This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

The Branner Geological Library

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

4.6
7.1-11

30312

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

EXPLICACIÓN

DEL

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

POR

L. MALLADA

TOMO I

ROCAS HIPOGÉNICAS Y SISTEMA ESTRATO-CRISTALINO

MADRID
EST. TIP. VIUDA E HIJOS DE M. TELLO
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Carrera de San Francisco, 4
1895

209676

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

STANFORD LIBRARY

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

Ilmo. Sr. D. Justo Egozcue y Cía. *(Director.)*
Excmo. Sr. D. Daniel de Cortázar. *(Subdirector.)*
Sr. D. Joaquín Gonzalo y Tarín.
Marcial Olavarría. *(Secretario.)*
Lucas Mallada.
Pedro Palacios.
Gabriel Puig.
Rafael Sánchez Lozano.
Florentino Azpeitia.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS, AGREGADOS Á LA COMISIÓN.

Sr. D. José Maureta.
Ramón Pellico y Molinillo.
Francisco Pinar.

La publicación de estas MEMORIAS está autorizada por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

INTRODUCCION

Grande es el adelanto que en estos veinte años últimos ha tenido el conocimiento de los diversos terrenos de la Península, gracias á los múltiples esfuerzos, no sólo de los individuos de la Comisión del Mapa, sino de otros naturalistas españoles y extranjeros que, por variados caminos y con diferentes motivos, concurrieron al mismo fin. Y en vista de los resultados obtenidos al cabo de tan incesantes y fructíferas exploraciones, era natural que el Sr. Fernández de Castro, digno y respetable Director de esta dependencia oficial, deseara, como así lo ha conseguido, trasladar á un mapa general en grande escala las líneas de separación de los heterogéneos y muy variados materiales que en todas las épocas geológicas del globo contribuyeron á la formación de nuestro territorio.

Las dificultades vencidas para llegar á tal objeto fueron considerables, pues no sólo dependían del excesivo número de trabajos parciales acumulados, sino de las discrepancias ó los desacuerdos que con frecuencia ocurrían entre los datos de unos y otros observadores, ya hubiesen recorrido el mismo país no coincidiendo en sus apreciaciones, ya hubieran estudiado comarcas ó provincias limítrofes, deslindando con criterios discordes unas mismas formaciones ó un mis-

mo sistema, y en ocasiones iguales capas, que cada cual veía á su manera.

Se complicaba el asunto por los distintos grados de perfección á que habían llegado los trabajos en las diversas provincias y comarcas, pues al lado de una minuciosamente detallada y con bastante exactitud descrita, existían otras cuyo estudio sólo se había hecho de un modo superficial ó á grandes rasgos, y junto á una región explorada repetidas veces y definida con excesivos antecedentes, existían, y aún existen, otras incompletamente definidas.

Tales desacuerdos y desigualdades resultaron necesariamente, no sólo por haber en esto, como en todo, unas provincias y comarcas casualmente privilegiadas y otras inevitablemente peor atendidas ó menos afortunadas, sino que, cual sucede en toda obra de muchos colaboradores, cada parte, trabajada ó ultimada con independencia de las demás, tenía que llevar el sello de las aficiones, de las aptitudes y del estilo de su respectivo autor. Todavía más: causas ajenas á la voluntad humana influyeron algo en que toda la nación no sea hoy conocida geológicamente de una manera uniforme y con igual profundidad. Las facilidades ó dificultades para recorrer diversos territorios, aun dentro de una misma provincia; el mayor ó menor respeto á las observaciones de los que con anterioridad visitaron cada localidad; las ideas preconcebidas respecto á determinadas formaciones; la frecuencia con que se confundieron con una sola denominación sistemas diferentes, y algunas otras causas, se opusieron á la uniformidad de los antecedentes para trasladarlos á un mapa de conjunto sin soluciones de continuidad.

Pueden citarse, en apoyo de lo que decimos, algunos ejemplos. Por mucho tiempo se incluyó el cambriano en el siluriano, cuya demarcación representa á ambos en varios mapas de diversos autores; y cuando se comenzó á distinguirlos, cada geólogo lo deslindaba de diferente modo, insistiendo algunos en no dar al primero mucha importancia, mientras otros estimaban su desarrollo exageradamente.

Por falta de fósiles ó por no haber profundizado suficientemente su estudio, hay provincias en que toda la serie paleozóica está en-

globada con un solo color y en un solo capítulo, ó reunidos sin distinción el siluriano y el devoniano, ó el devoniano y el carbonífero.

Iguales divergencias se observan en la serie secundaria, manteniendo unos como trías inferior ciertos asomos é isleos que para otros son permianos, ó confundiendo el trías superior con otras formaciones posteriores. Las edades liásicas, jurásicas y cretáceas están minuciosamente señaladas en unos trabajos, mientras en otros se habla de ellas en conjunto, sin marcar las divisiones que realmente existen en sus respectivas localidades.

Ocurrieron en el terciario mayores discrepancias, pues mientras unos le consideraron dividido en los tres sistemas de Lyell, eoceno, mioceno y plioceno, por varias personas se admitió un término intermedio, oligoceno en unas Memorias, proiceno en otras, no faltando planos en que ascienden á cinco, y aun más, las principales divisiones de la misma serie. Se cuentan más de cuatro provincias todavía en que el mioceno y el plioceno marino se hallan incompletamente deslindados; ocurre también en varios sitios de la Península que el terciario no se ha diferenciado aún satisfactoriamente del cuaternario, y este último, por fin, demasiado olvidado en ciertos trabajos, aparece en otros en manchas tal vez sobrado extensas, aparte de que las masas diluviales se involucran con las aluviales y viceversa.

No es obra de una generación de geólogos, ni de un siglo, aclarar tanto punto dudoso y perfeccionar lo que aparece más atrasado, sobre todo teniendo en cuenta además las variaciones de clasificación y de nomenclatura que sin cesar se introducen en la ciencia. Sin embargo, compaginándolo todo y criticando con cuidado los datos disponibles, el señor Director consiguió ultimar la publicación de los dos mapas generales, uno en escala de 1 : 400000 y otro en la de 1 : 500000, bien convencido que de no hacerlo así sería imposible en mucho tiempo tener idea aproximada de la constitución geológica de nuestro territorio, y considerando además que algo análogo á cuanto sucedía para España ha ocurrido y ocurre en todas partes.

Publicados aquellos mapas, su natural complemento es la explicación; y puestos á ella, entra una labor tan ímproba, tan penosa y tan

ingrata como la confección de aquéllos, con la desventaja que en la expresión gráfica de los terrenos por colores y por signos no caben las diferencias de apreciación, ni la extensión más ó menos lata de los detalles que son indispensables en el libro destinado á descifrar lo que esos colores y signos representan.

Es muy difícil, en verdad, hacer una buena síntesis del inmenso cúmulo de datos acopiados para dicha representación gráfica en un solo mapa; y si á veinte geólogos diferentes se encargase una explicación general, se obtendrían veinte textos distintos, donde sólo se hallarían concordancias para la síntesis. Quién reduciría la cuestión á una sucinta reseña de los caracteres generales, citando, á lo sumo, algunos ejemplos, al paso que otro rebuscaría toda clase de detalles, engolfándose en una labor de varios volúmenes. Naturalista habría que, dominado un poco por la vanidad, pretendería hacer resaltar sus observaciones é hipótesis personales ó de sus amigos, eclipsando las observaciones de otros colegas; al propio tiempo que algún geólogo sería muy sobrio en la reproducción de sus datos por no aparecer presuntuoso ó inmodesto. Alguien querría imprimir á su trabajo, en asunto de suyo árido é indigesto, formas literarias de cierta elegancia, sacrificando la exactitud ó el método á la brillantez de estilo; y del lado opuesto no faltaría de seguro quien, fijándose únicamente en el fondo, descuidase la redacción del texto, ya que á ello le inducirían sin cesar las relaciones monótonas é interminables que se viera obligado á repetir ó extractar. Las rocas, los fósiles, la estratigrafía, las mil variaciones de forma y de yacimiento, los caracteres geográficos, las substancias minerales beneficiables, el suelo agrario, la hidrología, la minería, serían apreciados desde muy diversos puntos de vista y tratados con desigual proporción, ó dejados de tratar, según las apreciaciones y aficiones de cada autor.

Cualquiera piensa, en medio de todo, que una descripción geológica de la nación, á la altura á que han llegado los conocimientos humanos, merece presentarse sin escasear recursos ni omitir datos por insignificantes que parezcan. Pero una descripción así comprendida correspondería á la explicación de un mapa detallado que exi-

giese los esfuerzos de gran número de personas, cada una dedicada á su especialidad, trabajando ordenada é incesantemente durante bastantes años. No se trata de eso. El Mapa general recientemente publicado aventaja en perfección y detalles á todos los geológicos de España que le han precedido; pero está sujeto á indefinidas é interminables enmiendas que, sin alterar gran cosa la distribución de los terrenos, reclamarán ediciones sucesivas, de dia en día más aproximadas á la verdad absoluta. Cuando ese grado de exactitud se juzgue suficiente; cuando haya mayor copia de datos completos de todas y cada una de las provincias, de todos y cada uno de los sistemas, habrá llegado la hora de la publicación del Mapa detallado, con sus explicaciones hechas á la moda de los tiempos futuros, y en la forma y número de volúmenes que nuestros sucesores estimen entonces convenientes.

Hoy por hoy, nuestras aspiraciones tienen que ser modestas. Nos limitamos á dar una sencilla explicación del Mapa general que, encerrada en un solo volumen, venga á ser un indicador de la geología española, en que estén condensados los datos principales. Tenemos que prescindir de los detalles de secundario interés; no podemos entrar en reseñas geográficas ni en aplicaciones circunstanciadas á la agricultura ó á la minería, que en todo caso podrán ser objeto de trabajos complementarios.

Cada sistema, es decir, cada color del Mapa, será objeto de un capítulo, que principiará por consideraciones generales de los caracteres topográficos, petrológicos y estratigráficos del sistema que se trate. Las docenas ó los centenares de manchas correspondientes á cada uno de éstos, se examinarán por grupos geográficos, deslindando los límites de aquéllas cuando sean de considerable tamaño, y diciendo de una vez lo que se refiera á las pequeñas enclavadas en un solo término ó en pocos términos municipales. Explicados los límites de las grandes, se entrará en el examen de su composición petrológica, que será sintético para los sistemas sedimentarios y algo minucioso en las rocas hipogénicas, las cuales no se prestan, en cambio, á las descripciones estratigráficas de los primeros. Al final de cada capítulo

enumeraremos las substancias útiles que encierra, incluyendo en éstas las aguas minero-medicinales, aunque no nos sea dable especificar su composición ni sus aplicaciones por no alargar excesivamente nuestra labor.

Si ésta puede servir de alguna utilidad á las personas aficionadas á esta clase de estudios, ó aceptarse como borrador de otra explicación más perfecta, se habrán cumplido nuestros mejores deseos.

CAPÍTULO PRIMERO

ROCAS HIPOGÉNICAS ANTIGUAS

ARTÍCULO PRIMERO

GENERALIDADES

El meridiano que pasa por Madrid divide la Península en dos porciones casi iguales en extensión superficial, pero sumamente distintas en su composición geológica. En la mitad occidental predominan las rocas hipogénicas y las formaciones sedimentarias más antiguas, es decir, los sistemas estrato-cristalino y paleozóicos, siendo pequeñas y en corto número las manchas secundarias y terciarias, y desarrollándose más ampliamente las cuaternarias. En la mitad oriental, por el contrario, las formaciones terciarias y secundarias constituyen las fracciones más extensas, siendo relativamente exiguas las representaciones de los terrenos antiguos.

De las rocas hipogénicas se hacen dos divisiones principales en los dos mapas generales publicados por esta Comisión: las *antiguas*, señaladas con color carmin, y las *modernas*, que se distinguen por su color azul obscuro. La importancia relativamente á la extensión superficial de unas y otras, es muy diversa, pues las primeras, que predominan en la mitad occidental, comprenden cerca de la décima parte del territorio de la Península, esparcidas en manchas de grandes dimensiones, como regla general; mientras que las segundas apenas alcanzan algunas milésimas de aquél y asoman en islotes diminutos, casi todos enclavados en las formaciones secundarias y terciarias de la mitad oriental.

Así no es extraño que las rocas hipogénicas modernas sólo influ-

yan en pequeños detalles topográficos en los países donde existen, al paso que las antiguas impriman en grandes extensiones uno de los rasgos orográficos más salientes de la Península.

Grandes diferencias hay en el estudio de los terrenos hipogénicos y de los sedimentarios, pues mientras en éstos el orden de antigüedad predomina y los caracteres petrológicos son accesorios, en aquéllos sucede lo contrario. La división en *antiguas* y *modernas* de las rocas hipogénicas es arbitraria y convencional, pues si bien en las primeras suelen entrar elementos mineralógicos distintos de los que hay en las segundas y en diferentes proporciones ó mezclas, no es esto tan rigurosamente exacto que no ocurra incluir en las dos divisiones rocas de composición y de formación idéntica.

Hay tipos perfectamente bien señalados, como el granito y sus congéneres por un lado, las ofitas y los basaltos por otro, perfectamente distinguibles á simple vista, y que acertadamente se clasifican en las dos divisiones principales, sin que pueda ocurrir desacuerdo entre dos observadores que examinasen sus asomos en el terreno ó sus ejemplares en el gabinete. Pero en muchos pórfidos, en las diabasas, en las dioritas y otras rocas más ó menos adelógenas, los errores y las diferencias de apreciación pueden y suelen ser grandes, no solamente por lo que concierne á su antigüedad, sino desde el punto de vista de su composición. Sin duda, en ciertas provincias, por equivocadas determinaciones específicas, algunos asomos pequeños y muy aislados de las masas principales se han designado vagamente con los nombres de pórfidos, dioritas, etc., sin fijar con toda exactitud el grupo preciso en que debían incluirse. Tal vez ciertas manchitas señaladas como rocas hipogénicas antiguas se trasladarán á las modernas, ó viceversa, cuando los estudios micrográficos, hoy tan en boga, se hayan completado en España; pero ya se posee una copia de datos bastante grande para que su distinción se haya precisado mucho en estos últimos años.

Con carácter de interinidad mientras no se discurra ó invente otra mejor división, entre las hipogénicas antiguas se distinguen dos secciones: las *ácidas* ó granitos, y las *básicas* ó pórfidos, que nos vemos

obligados á tratar simultáneamente, pues aunque en varias manchas se indicaron con signos diferentes los puntos en que unas y otras asoman, su completa y perfecta separación es, en rigor, enteramente imposible. Es natural que así suceda, ya que sólo en planos geológicos de detalle y en gran escala cabe marcar tales distinciones dependientes de la composición mineralógica más bien que de los fenómenos de formación, comunes á unas y otras rocas, y de la mayor ó menor antigüedad de sus apariciones sucesivas, que no puede fijarse con rigurosa exactitud en el estado actual de la ciencia.

Muy lógico sería que se enlazase sistemáticamente, con arreglo á su antigüedad, la descripción de los terrenos, fuesen sedimentarios propiamente tales ó hipogénicos, sacrificando al orden cronológico las circunstancias de origen y composición de todos ellos. Hoy no hay que pensar en eso, y únicamente añadiremos, antes de entrar en materia, que los tránsitos de los granitos á los pórfidos son innumerables, pues la Naturaleza no los deslindó con toda evidencia; que los segundos encajan en los primeros, ó con ellos se entrecruzan por todas partes, y en tan exiguas dimensiones, por regla general, que se prescinde de señalarlos en las manchas graníticas propiamente tales. Asomos grandes y chicos hay, sin embargo, en que los pórfidos están aislados con entera independencia del granito, según haremos notar y describiremos más adelante, pero son excepciones que en nada se oponen á la regla general.

Causaron las rocas hipogénicas grandes dislocaciones en los terrenos sedimentarios, y al tratar de éstos en los siguientes capítulos haremos notar los rasgos orográficos más salientes debidos á ellas.

La extensión superficial que ocupan en España las rocas hipogénicas antiguas no baja de 38717 kilómetros cuadrados; y agregando los 27625 que miden en Portugal, resultan en conjunto 66342 kilómetros cuadrados para toda la Península.

COMPOSICIÓN.

Entre toda la larga serie de familias, géneros y especies de rocas hipogénicas antiguas, el granito propiamente tal, cualquiera que sea

el tamaño de sus elementos, su coloración y las substancias accidentales que le acompañan, es la principal, hasta el punto de entrar por el 99 por 100 próximamente de las manchas señaladas en España. Y también entre todas las rocas que constituyen las formaciones sedimentarias, no hay una de tan variada composición como la que se ofrece en el granito, vulgarmente llamado *piedra berroqueña* en Castilla y Extremadura, *pajarilla* en Salamanca, *sal y pez* en Andalucía, *piedra de cantería* en Galicia y Zamora.

Todas las proporciones imaginables en que puede entrar cada uno de sus elementos y todas las combinaciones que con aquéllas sean factibles, según que haya asociados al cuarzo uno, dos ó más feldespatos, una ó dos micas y gran número de elementos accidentales, se presentan en todas las manchas. No cabe igual variedad en roca alguna, si se agregan á tan distintas proporciones de sus elementos las diferencias de textura y de grano y los infinitos cambios de coloración y de matices, que unas veces son uniformes en largos trechos y otras veces cambian hasta en los cantos más pequeños.

Como regla general, en los granitos normales, es decir, en los de grano grueso ó mediano, de elementos uniformemente repartidos, que son los más abundantes, el cuarzo entra por la tercera parte, el feldespato ortosa por cerca de la mitad y la mica por el resto. El de grano grueso abunda más que el de grano mediano, y éste más que el porfiroide, no tan escaso, sin embargo, que no se puedan citar á miles las localidades donde se halla, y por cientos de hectáreas la superficie que ocupa en algunas manchas. El fino granudo escasea más, sobre todo en los asomos pequeños, donde apenas se encuentra.

Considerando al granito como la masa fundamental, se observan en él dos series de transformaciones distintas: una que estriba en la adición del elemento ácido, y otra que, por el contrario, segregó las rocas básicas, generalmente por cambios y agrupaciones moleculares, con el auxilio de infiltraciones acuosas, combinadas ó no con corrientes magnéticas ó electro-telúricas, todavía insuficientemente estudiadas.

Los tránsitos de unas á otras rocas de la serie granítica, tan nu-

merosos por la simple inspección del terreno ó en una colección sistemática de sus ejemplares, se han hecho más perceptibles y explicables mediante las multiplicadas investigaciones micrográficas, á que tanta importancia se da de algunos años á esta parte. El estudio de dichos tránsitos en nuestro país motivó un interesante trabajo de Don José Mac-Pherson, titulado *De las relaciones entre las rocas graníticas y porfíricas* (1), del que extractaremos los resultados más culminantes.

Partiendo de la base de que los granitos y los pórfidos forman una serie en que es imposible encontrar una verdadera solución de continuidad, y de que los segundos son de formación evidentemente posterior á la de los primeros, entre los cuales encajan, se fija el autor desde luego en la diversa manera como se presenta el cuarzo en las rocas hipogénicas, pues mientras en unas se halla en exceso, compenetrando y envolviendo los demás elementos, en otras tiende, por el contrario, á desaparecer.

«Cuando se observan con el microscopio, dice más adelante el señor Mac-Pherson, ejemplares de rocas graníticas, típicas del género, se las ve constituidas por cristales de ortosa, y algunas veces de plagioclasa, cementados, en unión de la mica, por cuarzo cristalizado adaptado á las formas de aquéllos. Si se compara esta estructura con la de los granitos inmediatos ó asociados á los pórfidos, se observan en ellos tendencias muy marcadas á hacerse opaco el feldespato y á convertirse la mica en clorita, penetrando, además, por los planos del crucero habitual del feldespato, una substancia hialina que divide los cristales en pequeños paralelógramos. Cuando el cuarzo tiende más bien á aumentar que á disminuir, los contornos de esos cristales se hacen filamentosos y parecen como desleidos en el magma cuarzoso, y cuando, por el contrario, tiende á disminuir, se conservan los contornos mucho mejor; pero ensanchándose las venillas cristalinas entre los paralelógramos del feldespato, lo fraccionan y deshacen, produciendo una estructura especial, que entraña, sin duda, un principalísimo factor de la porfirización.

(1) *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 135.

»Estas modificaciones que se observan en la estructura de las rocas graníticas inmediatas á los pórfidos, pueden dividirse en tres categorías: en una, el cuarzo se presenta en exceso y envuelve los demás elementos de la roca; en la segunda se agrupan las rocas, en que el cuarzo desempeña un papel pasivo, sin sufrir más alteración que una división extrema; y en la tercera caben todas aquéllas en que el cuarzo experimenta efectos corrosivos. Estas tres alteraciones en la estructura de las masas graníticas sirven de puente, por su acentuación más ó menos pronunciada, á todas las series de pórfidos feldespáticos y cuarzosos que se ligan con el granito normal.

»Conforme se avanza en el estudio de aquellas rocas que en la vecindad de las graníticas se hacen cada vez más afaníticas, se van viendo ejemplares de estructura más fragmentaria é indefinida, hasta que llega un momento en que es imposible considerarlas en el grupo granítico. Siendo cada vez más difícil descubrir los restos de feldespato y cuarzo segmentados, se llega á un punto en que sólo puede reconocerse un agregado granudo-cristalino de ambos elementos, pasando de aquí á los pórfidos de estructura cripto-cristalina, en los que, únicamente como rareza, suele reconocerse algún trocito de cuarzo ó feldespato que escapó á la total división de la roca primitiva.

»Cuando avanza más la desintegración, se ofrecen pórfidos de acción indefinida á la luz polarizada, esto es, una materia isótropa, en la cual la sílice se separa, á veces en el estado de calcedonia, no conservando la roca ni vestigios del punto de partida. Tal vez desde aquí, por un procedimiento inverso, tengamos un nuevo centro, de donde se originen otras rocas semejantes á la primitiva.»

También se descubren fenómenos interesantes cuando se examinan las rocas graníticas en que el cuarzo presenta efectos de corrosión, observándose bellos ejemplos de estructura fluente y curiosas formas concrecionadas, según el estado en que se encuentre la parte silícea de la roca. La tendencia inherente á la sílice de agruparse en formas concrecionadas se manifiesta por radiaciones en dendritas, ó bien en formas esferales, cuyas variedades no podemos entrar á examinar por no alargar demasiado estas ideas preliminares.

Considerando macroscópicamente las rocas graníticas, con mucha frecuencia se observa en todos los grupos, y muy especialmente en las manchas de los Pirineos, por la mayor energía de los agentes externos, el fenómeno de las vetas salientes de granito en el granito mismo, formando cordones de tres á seis centímetros de espesor por tres á cuatro de elevación, extendidos en algunos metros de longitud, según líneas próximamente paralelas, cruzados á veces en enrejillado por otras vetas salientes que cortan á las primeras en ángulos más ó menos abiertos. Comunmente, el granito de estas vetas es más blanco, más feldespático y menos micáceo que el de la masa general; y cualquiera que sea el origen de ellas, es lo cierto que su relieve depende de su mayor resistencia á la desagregación por los agentes atmosféricos.

La estructura del granito en grandes masas suele ser compacta; pero con mucha frecuencia, sobre todo en los sitios riscosos en que la roca asoma al descubierto con mayor desnudez, presenta extensas caras planas de estructura tabular ó estratiforme. Estas caras ú *hojas de piedra,* como dicen los canteros, en unos sitios son casi horizontales, en otros más ó menos inclinadas, dando motivo á que varios geólogos sostengan que el granito es de origen sedimentario.

Además de la división en hojas paralelas, hay en muchos sitios varias quiebras ó *litoclasas*, agrupadas de tres en tres, dividiendo á la roca en prismas bien definidos.

Muy frecuente es también la estructura esferoidal con capas concéntricas, tanto más deleznables cuanto son más exteriores. Esta estructura es mirada por algunos autores como señal de que corresponde á los granitos primitivos, más ácidos, con poca mica y con indicios sólo de feldespato ortosa, mientras que la estructura tabular se considera como propia de las variedades más recientes.

Con profusión se encuentran en todas las manchas graníticas los *negrones* ó *gabarros*, ó sean nódulos más obscuros que la masa general. Varían mucho en su forma y tamaño; se deben, sin duda, á segregaciones de grano fino, contemporáneas de la consolidación del granito mismo, y son, por lo tanto, uno de los muchos accidentes de cristalización. Hay quien juzga, sin embargo, que esos nódulos fue-

ron arrancados á formaciones más antiguas que el granito, que los redondeó y los modificó metamórficamente, y pudiera bien suceder que existiesen dos clases de nódulos enclavados en la roca, según opinión del Sr. J. A. Phillips: unos de forma ovoide con los elementos del granito, que son los del primer supuesto; otros angulosos, con los caracteres de las rocas cristalinas. De un modo general, se puede asegurar que los de la primera categoría son los más abundantes en España.

Están caracterizados los gabarros por una proporción de mica negra mucho mayor que la del granito común, y por la finura y pequeñez de sus elementos. Parece ser el ortosa el feldespato predominante, al revés de lo que pasa en Inglaterra, donde abunda más el plagioclasa.

Discernibles á simple vista, ó con auxilio del microscopio, raro es el granito en que no se encuentren como elementos accidentales el anfibol, la clorita, la pirita de hierro y la magnetita, y con frecuencia también los carbonatos de cal y de magnesia, el granate, la limonita y la apatita.

No encierra el granito tantos ni tan ricos criaderos metalíferos ó de otras substancias beneficiables, como los que encajan en las formaciones paleozóicas y del estrato-cristalino; pero sin alcanzar tanta riqueza, algunos hay muy importantes. Como quiera que sea, la influencia de los granitos y de los pórfidos en los criaderos que asoman en otras rocas, cuando éstas se hallan inmediatas ó en contacto de aquéllos, es evidente, como se hará notar más adelante en los lugares respectivos. Ya en filones y vetillas, ya en masas y bolsadas, los minerales de cobre, plomo, estaño y fosforita son los más frecuentes entre los que el granito presenta, y más adelante los enumeraremos, siquiera sea de una manera sucinta.

También de un modo general examinaremos las variedades de granito que se hallan en diversas comarcas, así como las otras rocas hipogénicas antiguas asociadas á aquél ó aisladas en asomos independientes; pero antes debemos hacer una observación relativa á la nomenclatura petrológica. De veinte años á esta parte han sido gran-

des los progresos alcanzados en el conocimiento de la composición de las rocas, gracias á las infinitas observaciones micrográficas, que tanto se han extendido; y á consecuencia de éstas, las rocas hipogénicas se agrupan con muy diversos sistemas que antiguamente. Muchas especies de reciente invención sustituyen á las anteriores; se cambian muchos nombres, y sin cesar se proponen nuevas clasificaciones, que no son todavía definitivas, á causa de que hay numerosas regiones por explorar é infinidad de estudios por completar. No está lejano, sin embargo, el dia en que se acepte una clasificación definitiva que sustituya á las vigentes alemanas, francesas y de otros países, bastante discordes entre sí, según el punto de vista especial de cada autor.

En nuestro país muchas rocas hipogénicas de diversas localidades han sido designadas con nombres que han pasado á sinonimias en las modernas clasificaciones; pero no obstante, respetaremos algunas de las denominaciones antiguas, en tanto que no se fije claramente la composición elemental por estudios micrográficos que sucesivamente se irán haciendo.

De todos modos, en el estado actual de la petrología, el orden que juzgamos más aceptable para enumerar y describir las rocas de los diversos grupos hipogénicos es el establecido por Lasaulx en su excelente Manual y á él nos atendremos. Empezaremos, por lo tanto, con el granito, y considerando sus variedades de color, textura y composición, agregaremos á él el protogino, la pegmatita, las granulitas y leptinitas, cuyas dos últimas designaciones se han aplicado á los micro-granitos en unos casos; á los pórfidos cuarcíferos fino-granudos, á los granulofiros y felsofiros de ahora, en otros.

Después de los granitos consideraremos los pórfidos cuarcíferos y los nombrados feldespáticos, que la mayor parte de las veces corresponden á los ortofiros; después los sienitos y las dioritas, incluyendo en éstas á la vez las cuarcíferas y no cuarcíferas, así como las kersantitas y las epidioritas; las porfiritas dioríticas ó pórfidos dioríticos; las diabasas, confundidas hasta hace poco tiempo con las anteriores; las porfiritas diabásicas ó diabasitas; el gabro, al que deben reunirse

las eufotidas, la norita, y el melafiro; y, por fin, las serpentinas.

Granito gneísico ó fajeado.—Es muy frecuente en diversas manchas la variedad gneísica ó pizarreña del granito, presentándose alistado ó fajeado en largos trechos. Con frecuencia alterna y se entremezcla con el gneis tan confusamente, que es muy difícil, si no imposible, distinguirlos macroscópicamente, dando argumentos á los que piensan que ambas rocas son de un origen común. En sus lugares respectivos citaremos unos cuantos ejemplos, limitándonos por ahora con señalar la opinión de algunos geólogos, que dan como regla para distinguir ambas rocas la caolinización, muy común en el granito y que no se ve en el gneis.

Granito concéntrico.—En contraposición de la estructura anterior, no escasea tampoco la de capas concéntricas, pareciéndose exteriormente á ciertas rocas globulares de muy diversa composición. Resultan de aquí cantos globosos, que son restos de la desagregación *in situ*, debiendo considerarse el fenómeno como resultado de una acción cristalogénica. Así debe ser, ya que en muchos sitios se nota el paso de unos cantos á otros inmediatos de filoncillos y vetas cuarzosas, prolongándose en línea recta á través de la parte arenosa intermedia. Es muy común que en su interior esos cantos sean de gran consistencia, sin que sufran alteración al cabo de muchos siglos las piedras de construcción que de ellos se extrajeron.

Granito sienítico.—Generalmente es fino-granudo; de feldespato blanco, rara vez de color de carne; mica magnesiana; anfibol, ya negruzco, ya de diversos matices verdosos; cuarzo en proporciones muy variables, á veces muy abundante, pero comunmente muy escaso. Se diferencia del normal por contener mayor proporción de plagioclasa, y porque sus cristales de ortosa, examinados en secciones transparentes, tienen sus bordes más limpios y su núcleo central más opaco. Otra particularidad de este granito es la abundancia y tamaño de los cristalillos de cloruro de sodio que se observan en las inclusiones líquidas de su cuarzo.

Pórfidos.—Varían tanto en su composición y son tantos los tránsitos de unas á otras especies, que sin el auxilio del microscopio son,

las más de las veces, las rocas más difíciles de ser determinadas ó clasificadas con acierto.

En ninguna mancha tienen un color fijo y constante, y su grano varía desde los tipos de elementos más voluminosos hasta los de pasta tan uniforme y homogénea como un petrosílex.

Cuando asoman fuera del granito, suelen formar cerros cónicos ó alargados que sobresalen entre las rocas sedimentarias que desgarraron.

El color dominante de los no cuarzosos es el verde claro, lo que no obsta los haya también blanquecinos ó agrisados y morados.

Pórfidos cuarzosos.—Se ha comprobado en varias manchas hipogénicas de España, que así como por graduales eliminaciones de la sílice de las masas graníticas se llega por modificaciones moleculares al sienito, en sentido inverso aparecen los pórfidos cuarzosos cuando crece la proporción de aquel elemento ácido.

Son muy variados los caracteres de yacimiento de los pórfidos, y mientras en unos sitios no hay duda que atravesaron los estratos adyacentes, con más frecuencia se ofrecen en masas, diques, filones y vetas irregulares entre el granito, como si por segregaciones moleculares debieran su existencia á los primordiales elementos de la principal roca hipogénica.

En los pórfidos cuarzosos hay que distinguir tres grupos: uno de textura granitoide, en que se muestran á simple vista los elementos constituyentes; otro, que es el de los micro-granitos, en que esos elementos sólo se perciben con ayuda de lente, y otro en que las rocas son enteramente afaníticas. El primer grupo se subdivide en las variedades micácea, clorítica y epidótica.

Muchos pórfidos cuarzosos, examinados al microscopio, muestran su feldespato corroído por hebras silíceas, alineadas en dos sentidos, que se cruzan formando enrejillado en un magma ó pasta de igual naturaleza; otras veces las vetillas hialinas cortan el feldespato de un modo irregular. La mica está más ó menos reemplazada por un mineral cloritoso verde-obscuro, fibroso ó radiado, de dicroísmo muy marcado, que suele envolver cristalillos de magnetita. Sin duda en estas rocas

la parte más importante de su cuarzo se debe á infiltraciones posteriores que sustituyen á varios fragmentos de feldespato, y el resto del cuarzo es el remanente del que constituía la roca con anterioridad. Por regla general, el cuarzo de estos pórfidos es extraordinariamente rico en inclusiones líquidas, casi siempre de pequeñísimas dimensiones.

La variedad micácea de los pórfidos cuarzosos conserva invariablemente la mica, como expresa su nombre.

Uno de los factores que mayor influencia tienen en la textura de las rocas porfídicas es la división del feldespato de un modo regular, por la cual, no sólo conservan los grandes cristales sus formas primitivas á pesar de la incesante desintegración que experimentan en sus bordes, sino que los segmentos desprendidos de aquéllos y arrastrados á distancia, no pierden su forma regular.

Pórfidos feldespáticos.—Así como los pórfidos cuarcíferos se asocian de preferencia con el granito, los feldespáticos, mucho más escasos, se reúnen con los sienitos ó las diabasas. A simple vista se distinguen casi siempre de los cuarzosos por sus colores más obscuros, verdosos ó rojizos. La clorita fibrosa ó radiada suele ser muy abundante, así como la magnetita, no escaseando la epidota.

Casi nunca falta el cuarzo, cuyos granos, al romper la roca, dejan su hueco en la pasta como si fuesen substancias extrañas aprisionadas en ella, según ha hecho notar algún geólogo [1].

Sienito.—Muchos son los parajes donde asoma el sienito perfectamente caracterizado, ya dentro del granito, ya en isleos independientes, con frecuencia alargados en el sentido de los bancos estratocristalinos, cambrianos y silurianos, entre los cuales se intercala. Pero más comunmente abundan las variedades intermedias, siendo difícil decidir en muchos casos á cuál de las dos rocas hipogénicas corresponde la que se examina, pues de un granito ligeramente anfibólico se pasa por grados insensibles á un sienito sin cuarzo y sin mica, en virtud de transformaciones *in situ* efectuadas durante lar-

(1) *Calderón.—Les roches cristallines massives de l'Espagne:* Bull. Soc. géol. de France, Troisième série, tomo XIII, pág. 94.

gos períodos, con gran probabilidad, posteriores á la aparición de la roca primitiva.

Dioritas.—Tienen aspecto interior casi idéntico al de las diabasas, y muy parecido al de las ofitas, por cuya razón se han confundido en varias partes de España las tres especies, hasta que el estudio micrográfico adquirió entre nosotros la merecida importancia. Hay autores que las clasifican en dos grupos, según que sean ó no cuarcíferas; pero esta distinción no tiene valor desde el punto de vista geológico.

Agregamos á esta especie provisionalmente, á título de variedades, la epidiorita y las kersantitas. Estas últimas, cuando no están muy alteradas, son sumamente duras y tenaces, y por alteración ó descomposición forman masas redondeadas que se desmoronan ó deshacen en capas concéntricas, produciendo por su desagregación excelentes tierras de labor.

Porfiritas dioríticas.—De distintos colores y con muy variadas agrupaciones de sus elementos las hay en todas las manchas pirináicas, habiéndose designado hasta ahora con los nombres de pórfidos anfibólicos ó anfibolíferos. Forman diques en el estrato-cristalino, y sus colores casi siempre son muy obscuros. Los fragmentos de anfibol verdoso, castaño ó negruzco varían mucho en su tamaño, y el feldespato suele ser verde amarillento.

Diabasas.—Rocas muy tenaces y densas (2,95 á 3,05), verde-obscuras ó negruzcas, compactas ó cristalinas, de feldespato blanco en general, de piroxena parda, negruzca ó cobriza, atravesada con frecuencia por venillas cloríticas y casi siempre con pirita. Muchas veces, por la gradual desaparición de la piroxena, pasan á las dioritas. Para las diabasas de varias comarcas de España se ha comprobado que, cuanto más se pronuncia la facies dialágica en la piroxena, tanto más tiende esta última á transformarse en anfibol. Entre la clorita son frecuentes la epidota y la magnetita. Hay variedades olivínicas, y al tratar del siluriano hablaremos de una brecha diabásica, la *frailesca* de Almadén, que existe en varias localidades.

Abundan las diabasas en diques, filones ó masas irregulares, ora

enclavados en el granito ó rasgando en muchos sitios las capas estratocristalinas y paleozóicas principalmente.

Se pueden considerar tres grupos principales de diabasas en España: de textura micro-cristalina, ricas en clorita; cristalinas, cuya agujita tiende á pasar á dialaga; y cristalinas, en que el anfibol domina sobre la piroxena hasta convertirse la roca en una diorita.

Por sus caracteres exteriores, su textura pasa desde compacta y afanítica hasta claramente granitoide. Entre su masa son frecuentes las venillas verdosas, y no es raro que aquélla se descomponga exteriormente en capas concéntricas, de igual manera que las ofitas. Como regla general se componen de plagioclasia, piroxena, titanita, á la que acompañan hierros oxidulado y magnético, hornablenda, titano-morfita, clorita, calcita y biotita.

Cuando ocurrieron las diversas manifestaciones hipogénicas que acompañaron á la aparición de las colosales masas diabásicas, ya el granito constituia el subsuelo del país, como queda demostrado por los cantos de esta roca, que se encuentran entre los conglomerados de la base del cambriano superior, siendo, por consiguiente, en este caso los pórfidos de época posterior á la formación del granito.

En opinión de algún autor, estas rocas, al menos para la región bético-extremeña, han sido las básicas más antiguas, pues se intercalan en varios sitios entre las capas más inferiores del cambriano, «inaugurando probablemente, agrega [1], el período de actividad plutónica que por muy dilatado tiempo se ejerció en toda la extensión de Sierra Morena.» Por regla general, tienen textura afanítica ó compacta; pero no son raros los ejemplares porfídicos ó cristalinos. Su color varía del verde claro al negro; son un poco atacables por los ácidos; no son muy duras ni muy densas (de 2,70 á 2,85), y su fractura es concoidea ó terrosa. En varios sitios son amigdaloideas y contienen calcita, y en otros parajes se relacionan con ellas algunas brechas de que hablaremos en el cambriano.

En el SO. de la Península, donde abundan extraordinariamente las

(1) *Mac-Pherson.—Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI, pág. 172.

diabasitas, tienen, como regla general, una base hialina incolora, en la que no se percibe individualidad alguna examinando las secciones delgadas con la luz natural; pero á favor de la polarizada se acusan cristalizaciones feldespáticas, en las que se discierne á veces la macla de la albita; escasos granos, menudos é irregulares, de piroxena; clorita abundantísima en láminas verde-amarillentas, de contorno desigual, pero conservando en ocasiones el rectangular de la piroxena; y gran cantidad de granos opacos de titanomorfita. De cuando en cuando se reconocen restos de cristales porfídicos de plagioclasa, aunque su contorno se confunda con la base de la pasta de que procede. En masas irregulares y pobre en inclusiones se halla el cuarzo en algunos puntos, y parece ser un producto segregado en lo interior de la roca.

En otros ejemplares se han reconocido [1] varios tipos análogos correspondientes á diversos grados de evolución que alcanzó la roca, produciendo crecidas cantidades de granos de cuarzo unas veces, de cristales de piroxena otras, al mismo tiempo que se desarrollaban los feldespatos, ó aumentaban los productos secundarios. «De todos modos, agrega el autor, semejantes diferencias no deben interpretarse como caracteres de especies distintas, aunque macroscópicamente lo parezcan, siempre que sea dado reconocer la presencia de una base vítrea y la de la augita cerca del plagioclasa.»

Porfiritas diabásicas ó diabasitas.—En varias descripciones geológicas publicadas ó escritas con anterioridad á los años en que se generalizó en España el estudio de las rocas al microscopio, se señalan como pórfidos piroxénicos varios filones y diques, cuya determinación específica sólo debe considerarse como provisional, y no será extraño que algunos de ellos sean más bien pórfidos anfibólicos ó cuarcíferos.

Melafiro.—Rocas generalmente negras, compuestas de labradorita; augita, á veces muy escasa ó transformada; y olivino, con frecuencia alterado, todo envuelto en una base vítrea. Muchas veces los

(1) *Calderón.—Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XII, pág. 262.

elementos son amigdaloides, alternando la caliza con la clorita, procedentes ambas de la descomposición de la augita.

Con los melafiros se relacionan algunas brechas de que hablaremos en otro capítulo.

Se han distinguido [1] dos tipos principales en los melafiros de España: uno con mucha labradorita, augita de estructura ofítica, microlitos de plagioclasa anchos y cortos, y olivino escaso; otro en que este último es más abundante y escasean ó no existen los microlitos y la augita. El primer tipo es un tránsito á las diabasas, y el segundo á los basaltos.

Serpentinas.—Es muy difícil marcar la línea de separación entre las serpentinas que forman parte del terreno estrato-cristalino y las que deben considerarse esencialmente hipogénicas y entrar dentro de este capítulo, siendo más importante el grupo de aquéllas que el segundo. Sin embargo, en varios puntos se presentan claramente formando diques y filones en otros terrenos, y es imprescindible hablar de ellas en este primer capítulo.

Varios geólogos han comprobado, con relación á los yacimientos de Andalucía, que las serpentinas proceden de la descomposición de noritas y lerzolitas, observándose numerosos tránsitos entre unas y otras rocas [2]. En el primer grado de desagregación permanecen intactas la espinela y la broncita; se ensanchan las hendiduras del peridoto y la piroxena, constituyendo el primero alveolos y la segunda plaquitas que siguen la dirección de los cuatro cruceros principales, y al mismo tiempo que las hendiduras se llenan de productos serpentínicos, coloides unos, compuestos de fibras birrefringentes los otros, la broncita puede cambiarse en talco.

Cuando la descomposición es más profunda, la broncita pasa por epigénesis á la bastita, el resto de la roca se compone de celditas, llena de fibrillas, negativas unas, positivas y muy birrefringentes otras, y en todos los casos, siempre quedan intactas las espinelas.

(1) *Calderón.—An. Soc. Hist. Nat.* y *Bol. Com. Mapa geol.*

(2) *Michel Levy et Bergeron.—Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 216.

DESCOMPOSICIÓN DEL GRANITO.

Á través de tantos siglos transcurridos desde su remota formación, por las enérgicas é incesantes sacudidas de los agentes atmosféricos y por su muy compleja composición, natural es que el granito aparezca superficialmente hoy día á nuestra vista en su mayor parte desagregado, descompuesto ó, cuando menos, profundamente alterado, imprimiendo al relieve del suelo unos rasgos característicos, por los cuales se le reconoce desde largas distancias. Es lo general que en grandes extensiones en todas las manchas se presente un suelo movedizo, de arenas gruesas más ó menos apelmazadas, rodeando cantos de muy diversos tamaños, casi siempre redondeados, con caprichosos perfiles, ya sueltos, ya acumulados, cual si manos gigantescas les hubiesen colocado unos sobre otros como pueril entretenimiento.

Este aspecto extraño que los canchales imprimen á las comarcas graníticas ha llamado la atención de todos los observadores, y algunos de ellos han trasladado al papel las figuras de los grupos de piedras que más les chocaban.

En cada punto y á cada momento se puede notar la marcha de la descomposición del granito. Comienzan los cristales de ortosa por perder su brillo; se hacen quebradizos; se ensanchan y profundizan las grietecillas que los cruzan, rellenas ó no de substancias accidentales que se disgregan en microscópicas manchas; la mica negra adquiere un tinte bronceado, y el cuarzo se desmenuza en granos irregulares. Más adelante, los feldespatos y las micas se transforman en materias filitosas, en que predomina la clorita; y, por fin, resulta una mezcla de caolin, halloisita y hojuelas de mica blanca, que es la más resistente á la descomposición.

Considerado en grandes masas, los planos más ó menos continuados de los diversos lechos que sucesivamente se acumularon, unidos á las hendiduras que provocaron más tarde las fuerzas cristalogénicas dieron lugar á la formación de cantos irregulares de diversos ta-

maños, pero angulosos. Con el transcurso del tiempo, ya con lentitud, ya con rapidez, según las distintas condiciones climatológicas, topográficas y las variedades de sus elementos mineralógicos, los agentes exteriores, principalmente las aguas filtradas en tales hendiduras, desgastaron las aristas de esos cantos poliédricos, hasta adquirir las formas curvilíneas que generalmente presentan, resultando así que las lluvias, el sol, las heladas, el viento y hasta la vegetación criptogámica, desigualmente repartida, han redondeado los canchales, como los ríos redondean los cantos que sin cesar arrastran con su corriente entre los granos de arena.

Le Play fué el primero que en 1834 dió explicación satisfactoria [1] de la formación de los canchales, que muchas veces se desmoronan en zonas concéntricas, una vez socavado por la vegetación y por las aguas el perímetro inferior por donde se adhieren al resto del terreno.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se representan los grados nuevos de esta descomposición, que termina en peñascos aislados entre arenas feldespáticas.

En los Pirineos, en la cordillera Oretana, en ciertas sierras de Galicia, donde el granito asoma en cumbres elevadas, sus productos de la desagregación y descomposición han sido y siguen siendo arrastrados á grandes distancias á medida que se producen y el relieve del país resulta erizado de peñascos, que se elevan en cimas y laderas desnudas y áridas. Pero en el fondo de los valles de esas mismas comarcas montañosas, principalmente en Galicia; en las planicies graníticas como las de los Pedroches, de Córdoba, ó de muchos términos de Extremadura; en las hoyas de esta clase de rocas, donde se acumulan los despojos, arenas y tierras de los cerros y picos inmediatos, la vegetación es robusta, los productos del suelo son abundantes, y al lado ó al pie de parcelas muy pobres hay otras de frondosidad y lozanía notables.

Estos contrastes, en varias provincias repetidos, de fertilidad y de

(1) *Ann. des Mines*, 1834.

esterilidad, son característicos de la formación que describimos, aunque no del todo exclusivos; pues así como en algunas manchas graníticas del litoral de Cataluña, de Extremadura y los Pedroches predo-

Fig. 1.—Granito desagregado y fisurado.

Fig. 2.—Granito de la figura anterior en descomposición en zonas concéntricas irregulares.

Fig. 3.—Canchales de granito que resultan de la desagregación y descomposición representadas en las figuras anteriores.

Fig. 4.—Cantos sueltos de granito entre tierras feldespáticas, último término de la descomposición y desagregación de aquella roca.

minan las hoyas y llanuras ricas y pobladas, sobre las cimas y lomas desnudas y desiertas, hay otras comarcas, como sucede en ambas Castillas, en que ocurre lo contrario, influyendo, entre otras causas, su excesiva altitud y sus desfavorables condiciones climatológicas.

Es frecuente también en las manchas del centro y del Oeste que á través del arenoso suelo que cubre al granito en extensos llanos, de apariencia diluvial ó cuaternaria, se filtren las aguas de lluvia inmediatamente después de su caida, se difundan y desparramen sus corrientes hasta desaparecer, y no pudiendo las plantas resistir tanta sequedad, escasea extraordinariamente la vegetación.

A veces la desigual cohesión de los elementos en una masa de granito da lugar á oquedades, por haber existido entre una masa dura y compacta zonas poliédricas ó redondeadas de menor coherencia. Cuando, por el contrario, en un granito blando hay partes más duras en zonas rectilíneas ó fracciones curvilíneas, á veces de colosal tamaño, las acciones atmosféricas, trabajando incesantemente en la desagregación, desmoronan rápidamente á aquél, dejando al descubierto á las porciones más resistentes que acaban por aislarse en cantos sueltos.

Por todas las manchas puede observarse fácilmente cómo en la misma masa granítica hay unas partes que se transforman en caolín y otras se deshacen en arena, quedando intermedios nódulos irregulares, y todo esto sin notar alteración, ni cambio, ni diversa proporción de los elementos de la roca. Este desgaste desigual, debido á la falta de homogeneidad en la masa, es el que más contribuye á la formación de los cantos redondeados y de los hoyos en distintos sentidos ó agujeros que pasan de parte á parte, á veces de tales dimensiones, que hacen puentes y ventanajes entre los peñascos, independientes de otros intersticios formados por la desordenada acumulación de los grandes fragmentos desgajados de las crestas ó laderas.

Uno de los efectos de la desagregación, más bien que de la descomposición del granito, son las llamadas *pilas* por Prado, ó sean los *pot-holes* ó marmitas de gigantes. Abundan en el granito, y quien más se fijó en ellos fué el mismo Prado, no sin advertir, después de explicar su formación natural, que algunos de los existentes en la provincia de Madrid y sus inmediatas habrán sido producidos por la mano del hombre desde tiempos antiquísimos, como labró también los famosos Toros de Guisando.

ORIGEN DEL GRANITO.

En esta explicación del Mapa geológico de España, que tiene objeto muy distinto al de un tratado elemental de Geología, nada diríamos del origen del granito, de cuyo asunto se ha prescindido en la mayor parte de las Memorias descriptivas, si no fuese porque en algunas de ellas se ha discutido algo este particular, razón por la cual debemos resumir en pocas palabras las ideas expresadas.

Prado fué el primero que en su Memoria de Madrid dedicó un artículo al origen del granito, en cuya formación opina que tuvo tanta parte el agua como el calor, y admitió que la roca en cuestión formó la primera costra de la tierra. Pregunta desde luego si existe en la provincia granito verdaderamente primordial, esto es, que haya resultado de su primera cristalización; á lo que contesta vagamente que no se puede decir falte del todo, por más que sea difícil distinguirlo de las grandes masas, que posteriormente y en diferentes épocas salieron á la superficie.

«Sin que quepa en ello ningún género de duda, añade [1], existen en la provincia granitos eruptivos.»

Para explicar los fenómenos observados en el terreno y en apoyo de su formación, ilustra con unos cuantos dibujos sencillos los ejemplos que presenta, tomados de diferentes sitios de la sierra, en el contacto de la roca hipogénica con las rocas del estrato-cristalino, y deduce de tales figuras que existen varias clases de granito respecto á su formación: uno posterior, eruptivo, que al salir ofrecía gran plasticidad; otro que salió á la superficie, formando una pasta casi sólida, y otro que debió salir en un estado medio entre los dos anteriores. Agrega después que hay otro granito, formado, al parecer, por exudación en filones muy estrechos, aislados, paralelos ó entrecruzados en varias direcciones; que existe un granito globular, ó sea en riñones envueltos en fajas concéntricas, y termina diciendo que

(1) Pág. 54.

no ha visto granito pizarroso que pueda considerarse como un tránsito al gneis. Cuando le ve, como en la Cabrera, en grandes placas, hace notar que ni son susceptibles de dividirse en otras más estrechas, ni sus caras son perfectamente paralelas, pues su grueso es desigual, sucediendo que en un extremo es doble que en el opuesto.

Diez años después, en nuestra Memoria de la provincia de Cáceres, escrita en unión con el Sr. Egozcue, supusimos que el granito de Extremadura es eruptivo, de origen hidro-termal, haciendo notar los fenómenos de metamorfismo de contacto que profundamente causó en las rocas cambrianas, á través de las cuales se abrió paso al exterior.

Poco tiempo después, el Sr. Gil Maestre rechazó la teoría hidrotermal y se apoyó en las del Sr. Sterry Hunt acerca de la formación del granito [1], trasladando algunas de sus explicaciones, que también fueron aceptadas, resumidas y comentadas por nuestro querido compañero D. Daniel de Cortázar con relación al granito de Segovia [2].

Sterry Hunt y los que aceptan su doctrina suponen al granito un origen sedimentario, y explican su formación mediante dos épocas distintas, una de producción de sus elementos y otra de arreglo molecular de los mismos.

«Una vez suficientemente enfriado nuestro globo, dice el Sr. Cortázar, debió producirse en la superficie viscosa una capa de rocas anhidras, en cuya composición entrarían los elementos que ahora se hallan en los mares y las capas terrestres. Las reacciones sucesivas entre las substancias atmosféricas, el agua cargada de sales, los elementos que habían de constituir la roca superficial y la temperatura consiguiente al estado de la tierra, hubieron de dar como resultado la oxidación de toda materia carbonosa y la conversión de los cloruros, carbonatos y sulfuros en silicatos. Estos formarían una roca análoga á la dolerita, mientras el cloro, el carbono y el azufre de aquéllos se

(1) *Mineral Physiology and Physography.*

(2) *Descr. prov. Segovia*, pág. 119.

unirían en gases ácidos al nitrógeno y al vapor de agua de una atmósfera muy densa.

»De la primera capa de silicatos básicos, muchas veces rota y restablecida, y de la pasta viscosa extravasada de lo interior, resultó un suelo desigual y grietoso perfectamente preparado para el trabajo de transformación física y química que habían de efectuar los agentes atmosféricos. Lluvias de aguas tibias acompañadas de ácidos, principalmente el clorhídrico, formarían en la roca cloruros, separándose la sílice para cristalizar en forma de cuarzo, mientras se constituía un mar que contendría cloruros de sodio, calcio y magnesio, sales de aluminio y otros metales.

»Continuando la descomposición de los feldespatos básicos, resultaría un hidrosilicato de alúmina (arcilla); y la desagregación del suelo primitivo, reunión de rocas básicas y de cuarzo, debió dar un sedimento arenoso y otro arcilloso, con anfibol y augita reducidos á polvo. Filtraría con facilidad el agua por el primero para dejar libre el cuarzo y llevarse la sosa, la cal y la magnesia, hasta que no quedase sino sílice, alúmina, potasa y alguna base metálica, que pudieron agruparse en feldespato ortosa y mica, que, con el cuarzo libre, vinieron á ser los elementos esenciales del granito, del gneis y de las micacitas.

»Oponiendo dificultad al paso del agua, el sedimento más arcilloso retendría la sosa, la cal, la magnesia y parte del óxido de hierro, que, unidos á un exceso de alúmina y sílice, reconstituirían el anfibol y la augita, elementos fundamentales de las dioritas y diabasas. Los sedimentos, unas veces de la misma especie y otras de naturaleza distinta, se acomodarían en capas donde se sucederían nuevos fenómenos.

»Nada se opone á que así se obtuvieran los componentes y estructura de las rocas graníticas y sus congéneres; mas para llegar á la textura actual serían necesarias condiciones especiales de calor, presión y, sobre todo, movimientos moleculares, es decir, cambios metamórficos.

»En resumen: el granito, roca en la cual el metamorfismo regio-

nal es evidente, debe su textura á las acciones moleculares que obraron lentamente, pero persistiendo millares de siglos.

»Son, por fin, resultado de acciones posteriores á la solidificación de la roca los filoncillos, nódulos y drusas que se encuentran en la misma, aun cuando su origen sea tal vez de idéntica naturaleza que el del metamorfismo general, esto es, acciones moleculares dependientes de corrientes electro-telúricas, con lo que también pueden explicarse otros casos de los que en la textura y descomposición del granito se manifiestan, según sostiene hace años el actual Director del Mapa geológico, D. Manuel Fernández de Castro [1].»

EDAD DEL GRANITO.

No ha sido posible todavía fijar la edad ó las edades correspondientes á la formación del granito y de los pórfidos de la Península, y es muy posible que sean varias de la serie paleozóica á las cuales deberían referirse. Para casi todas las manchas, sin embargo, hay dos límites extremos entre los cuales oscila su antigüedad relativa: el sistema cambriano y el carbonífero.

Con toda evidencia, las capas cambrianas que hay en contacto del granito han sido metamorfoseadas por éste con los variados caracteres que más adelante expresaremos; y en cambio los bancos silurianos aparecen con dislocaciones diferentes á las de aquéllas, que en muchos sitios están destrozadas en recortados girones y envueltas por la roca hipogénica. A fines del cambriano ó á comienzos del siluriano corresponde, sin duda, la aparición de la mayor parte de las manchas de la Península. Pero los fenómenos eruptivos debieron sostenerse, aunque con menor energía, á través de las edades paleozóicas, hasta el carbonífero inclusive; pues en algunas manchas de los Pirineos, fragmentos de rocas, pedazos de varios metros de capas del siluriano superior y del devoniano han sido envueltos por el gra-

(1) *Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias en 2 de Junio de 1878 y 1.° de Junio de 1884.*

nito con una violencia que acusa la posterioridad de este último, aislado también en estrechas vetillas ó en fragmentos angulosos entre las mismas rocas y capas. Todavía más. Muchas capas de hulla en las cuencas de Asturias han sido evidentemente desgarradas ó retorcidas por erupciones de pórfidos que caben por su composición dentro de la serie granítica.

En la mayor parte de las Memorias geológicas de varias provincias de España se consigna que hay granitos de diversas edades en cada mancha. En la de Cáceres se supuso que el de Extremadura fué posterior á los levantamientos de las pizarras cambrianas que por todas partes trastornan; y con referencia á las manchas de Zamora, el Sr. Puig las considera posteriores al siluriano, y en especial la de Losacio, más reciente que las inmediatas.

En opinión del Sr. Mac-Pherson [1], las rocas hipogénicas de la provincia de Sevilla é inmediatas corresponden á dos épocas distintas de la actividad plutónica del globo: una anterior al cambriano superior; otra que continuó después hasta la conclusión del carbonífero, habiendo tenido su máximo de intensidad cuando se produjeron los arrastres que sirvieron para constituir el culm y la caliza de montaña.

En manchas tan extensas y de tan variada composición como las del grupo central, no es de extrañar que sus granitos y congéneres correspondan á distintas edades, y esto es lo que realmente sucede. Con relación á la provincia de Segovia, dice el Sr. Cortázar [2] que al paso que en algunos puntos hay probabilidades de que correspondan á las capas primitivas, en muchos otros lugares su llegada á la superficie ha sido mucho más moderna, según lo indica la inclinación ocasionada en los estratos de las rocas sedimentarias que los cubrían y que, rotas y derrubiadas, los han dejado al descubierto.

En el grupo del NO., es decir, en Galicia, Asturias, León y parte de Zamora, el granito atraviesa las capas estrato-cristalinas y cam-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI.

(2) *Bol. Com. Mapa*, tomo XVII, pág. 94.

brianas; pero en ninguna parte se las ve atravesar el siluriano, y según el Sr. Barrois [1] no hay razón para suponerle posterior al siluriano.

Algunos asomos hipogénicos, sin embargo, parece que atraviesan el hullero de Cangas de Tineo, cerca de Santa Ana, entre Lomes y Arias; pero este hecho aislado y producido por una roca de composición poco frecuente, no invalida la regla general.

Respecto al grupo de los Pirineos, varios son los autores que creen que el granito apareció en diversas épocas anteriores y posteriores al siluriano hasta el cretáceo inclusive. Según el Sr. Stuart Menteath [2], es posterior al trías el del monte Haya, en Navarra; pero varios geólogos en estos últimos años han demostrado que, en su mayor parte, los granitos son también anteriores al carbonífero, si bien en ciertos parajes, tales como en Lesquerde, San Martín, Col de Porteil y otros inmediatos á la frontera, apareció el granito al final del infracretáceo, según el Sr. Roussel [3]. El de la Maladeta corresponde principalmente al comienzo del paleozóico, y el de Panticosa, Andorra y varias manchas intermedias es, en general, posterior al devoniano y aun al comienzo del carbonífero.

METAMORFISMOS DE CONTACTO.

Las diversas modificaciones de textura, estructura y composición que experimentan las rocas sedimentarias en contacto con las hipogénicas, se describirán en cada uno de los terrenos respectivos de aquéllas. Las rocas hipogénicas, á su vez, sufren otras modificaciones endomorfas, si bien mucho menos intensas y no tan generales como las exomorfas, en general apenas discernibles ó nulas, al menos á simple vista.

Próximo ó en el contacto de otros terrenos el granito, de grano mediano ó grueso en la masa general, suele pasar á porfiroide, des-

(1) *Recherches sur les terr. anc. des Asturies et de la Galice*, pág. 88.

(2) *Bull. Soc. geol. France*, 3e *ser.*, tomo IX, pág. 304.

(3) *Etude stratigr. des Pyrénées.*

arrollándose grandes cristales de feldespato ortosa y á veces de cuarzo. Con frecuencia se transforma en pegmatita ó en greisen, y son varios los puntos donde abundan los cristales de turmalina negra ó de otros silicatos. En muchos sitios se derivan de él numerosos filones, vetas irregulares ó apófisis y digitaciones, ora con alineaciones determinadas cortando las rocas sedimentarias, ora intercalados entre las capas sedimentarias, sinuosos y á modo de manchitas en rosario. En diversos lugares disminuye también el grano de la roca hipogénica, sobre todo en las caras de junta, transformándose total ó parcialmente en microgranito, granulita, etc.

Es común también que la masa hipogénica tome de las sedimentarias en que arma, algunos elementos que cambia á expensas de los suyos, arrancando fragmentos de ellas en los cuales se efectúan curiosas modificaciones de textura y composición. Cuando algunos trozos de pizarra, por ejemplo, son envueltos por el granito, llegan á convertirse en gneis y hasta en granito mismo, con el que por completo se refunden.

Según el Sr. Mac-Pherson (1), la marcha de esta asimilación se divide en dos fases. En la primera se generan en el interior de la roca enclavada todos los elementos del granito, aunque de dimensiones en extremo diminutas. En los bordes, el tamaño de los cristales de ortosa aumenta, produciéndose otros en su interior. La mica, repartida por igual en algunos sitios en laminillas exagonales muy diminutas, se reúne en grupos que no sólo crecen por la base, sino que se sueldan entre sí por las caras del prisma, formando á modo de embaldosados. Al propio tiempo, los elementos de la roca enclavada se disgregan por los bordes, incorporándose al granito, á veces hasta punto tal, que sólo quedan como testigos de la transformación algunos trozos de mica cuyas laminillas están orientadas con dirección constante, ó se agrupan irregularmente.

En el contacto de diques y filones de otras rocas hipogénicas que

(1) *Asimilación de los materiales adyacentes por las rocas eruptivas.* An. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XXI, pág. 404.

le atraviesan, el granito pierde muchas veces parte de la mica y del cuarzo, que desaparece por completo, quedando absorbido por la masa de formación posterior, y el feldespato se enturbia, se rompe, se desgaja y hasta se convierte en una tierra pulverulenta. Es también general que la mica se transforme en clorita verde clara. La desaparición del cuarzo comienza por una corrosión en los bordes de los cristales, hasta reducirse á menudísimos fragmentos; y á su vez, la roca de formación más reciente forma en el contacto un agregado de pasta felsítica que cementa cristales de contornos irregulares.

Cuando el contacto ocurre entre el granito y las porfiritas ó pórfidos diabásicos, existe intermedia una faja que mide desde varios milímetros á algunos centímetros, en la cual la masa granítica se halla literalmente cuajada de partículas hialinas de acción bastante enérgica en la luz polarizada. A muy corta distancia aumenta el tamaño de esos puntos, hasta poderse reconocer en algunos los caracteres de la augita. Simultáneamente en el seno mismo de la masa feldespática se generan, tanto en el magma felsítico como en los bordes del feldespato, numerosos microlitos en un principio escasamente traslúcidos, orientados en todas direcciones, pero á corta distancia se aclaran, hasta presentar la diafanidad suficiente para poder reconocerse que pertenecen al grupo de las plagioclasas. En general, esta zona intermedia é indeterminada es de poquísimo espesor, pues rápidamente todos los elementos se desarrollan, constituyéndose la roca bien clara y definida y aumentando el volumen de los cristales componentes.

En los casos en que la roca granítica conserva un remanente de cuarzo, éste se tritura al infinito y desaparece absorbido por el magma de esa zona intermedia.

ARTÍCULO II

GRUPO DEL LITORAL CATALÁN

Alineadas en conjunto de NE. á SO., paralelas á la costa catalana y formando con el eje de los Pirineos un ángulo de 65 grados próximamente, existen varias manchas graníticas, con pequeños asomos porfídicos, adyacentes ó enclavados en ellas, en las provincias de Gerona, Barcelona y Tarragona. Constituyen uno de los grupos más pequeños de las rocas hipogénicas antiguas de la Península, alzándose en la cordillera del litoral de las dos primeras provincias citadas con alturas comprendidas entre 1000 y 1779 metros por las cimas de las escabrosas sierras de las Guillerías y del Montseny. En el resto del país sus alturas son mucho menores, sobre todo en las manchas que tocan el mar y que apenas llegan á 500 metros de altitud en sus puntos más culminantes. En total, la extensión de las manchas llega á 1618 kilómetros cuadrados.

En estas comarcas dominan en general el cultivo agrario, fértiles viñedos, plantaciones de avellanos y algarrobos y tierras de huerta, por lo que este grupo ofrece muy distinta apariencia del siguiente, del central y de las manchas mucho más extensas del territorio extremeño.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS.

Mancha del Tordera.—La principal mancha hipogénica de Cataluña es una de contornos sumamente sinuosos é irregulares, comprendida en su mayor parte en la provincia de Gerona, y cuya superficie es de 1172 kilómetros cuadrados.

Toca el Mediterráneo desde más arriba de Palamós, á corta distancia al S. de Palafrugell, hasta las márgenes del Tordera, encauzado en la última parte de su curso en una fajita cuaternaria que forma

un seno alargado entre el granito, desde Hostalrich á Malgrat. Más al S., sobre la derecha del Tordera, entre el diluvial, el siluriano y el mar, se deriva del centro de la mancha una digitación triangular, en que, además de Malgrat y Tordera, están edificados Fogás y Palafolls.

Sobre la derecha del citado río, descollando en el Pico del Home, la mancha principal rodea las elevadas cumbres de Matagalls, en los confines de Gerona y Barcelona, terminando sus límites occidentales por las orillas del río Mayor hasta su unión con el Ter. La línea límite septentrional se aleja poco de la izquierda de este río, desde San Román de Sau hasta Amer; se ajusta al cauce de la misma corriente desde por bajo de Amer hasta Bescanó, al E. de cuyo pueblo una mancha diluvial oculta la hipogénica, formando un profundo seno que avanza al SE. de Santa Coloma de Farnés, al S. de la carretera que de esta población se dirige á Riudearenas y Vidreras, donde reaparece la línea de separación de ambos terrenos, dirigiéndose al N. á las Caldas de Malavella y Cassá de la Selva. A partir de este pueblo, dicho límite septentrional se dirige con suaves ondulaciones á Calonge, de donde revuelve más al N. hasta cerca de Palafrugell, contorneándose por fin al SE. para concluir en la costa.

Entre otras poblaciones menos importantes se hallan edificadas en esta mancha Santa Coloma de Farnés, San Hilario Sacalm, Arbucias, Breda, Hostalrich, Malgrat, Blanes, Lloret de Mar, Caldas de Malavella, Llagostera, San Feliú de Guixols y Palamós.

La mancha siluriana de Matagalls y otra más extensa que hay al NO. de Santa Coloma, se hallan enteramente incluídas dentro de la hipogénica que acabamos de deslindar.

Manchas de Caldas de Mombuy.—Como un apéndice de la antes citada, apenas separada por un estrecho istmo paleozóico, hay otra mancha mucho más pequeña y de contornos muy irregulares al N. de Granollers. Se alinea de NE. á SO. desde San Pedro de Vilamejor hasta más á poniente de las Caldas de Mombuy, hallándose edificadas en ella, además de esta última población, La Ammetlla del Vallés y La Garriga, por cuyo término la cruza el ferrocarril de Barcelona á

Francia. Las rocas hipogénicas cubren en este sitio poco más de 52 kilómetros cuadrados. Más al SO. todavía, entre el siluriano y el cuaternario, hay un pequeño asomo al S. de Castellar, cruzado en dos kilómetros de largo por el río Ripollet.

Mancha de Arenys de Mar.—Separada al N. por el siluriano; al O. por este último y el cuaternario, que también la limita por el S., y en algunos trechos al SE., hay otra mancha paralela y próxima á las anteriores que desde Pineda se extiende á lo largo hasta Santa Coloma de Gramanet, abarcando con una anchura media de 12 kilómetros un territorio de 361 kilómetros cuadrados de extensión comprendido entre el Tordera y el Besós. Entre dicho Pineda y Caldetas el granito es bañado por el Mediterráneo, del que lo aisla una fajita cuaternaria entre Caldetas y Masnou, donde toca de nuevo al mar, para concluir, incomunicado con él, en su extremo meridional inmediato á Badalona. Además de los pueblos citados, están edificados en esta zona granítica San Cipriano de Vallalta, Calella, San Pol, Vallgorquina, Arenys de Munt, Canet, Arenys de Mar, Llevaneras, Dos Ríus, Alfast, Orrios, Vilasar, Premiá, Montornés y Alella.

Otros asomos de la provincia de Gerona.—Por la parte litoral de la provincia de Gerona hay otros asomitos hipogénicos antiguos que en total suman unos 10 kilómetros cuadrados: uno entre el siluriano de San Feliú de Boada; otro junto al cabo Bagur, al N. de Palafrugell, y otro á orillas del Daro, cerca de la desembocadura del Ter frente á las islas Medas.

Otros asomos de la provincia de Barcelona.—Al NO. de la ciudad de Barcelona, rodeadas por las rocas paleozóicas del Tibidabo y dejando intercalada otra fajita de estas últimas, al SO. de las dos manchas principales, hay dos bandas estrechas de granito comprendidas entre el Besós y el Llobregat, que cruza desde cerca de Moncada hasta San Pedro Mártir á poniente de Pedralbes. Estas dos banditas paralelas van acompañadas de numerosos isleos sumamente pequeños, que en total se extienden en unos 12 kilómetros cuadrados. Hay además otras manchitas diminutas en San Pedro de Papiol, San Esteban

de Castellar, San Julián de Altura, Matadepera, Vallbona, Collbató y al N. de Capellades.

Manchas de la provincia de Tarragona.—Cuatro asomos principales y otros varios muy pequeños inmediatos á ellos completan en la provincia de Tarragona el grupo hipogénico del litoral de Cataluña, y casi todos afloran entre las pizarras silurianas del Priorato y las tres triásicas de la Musara, Tivisa y Mora de Ebro.

Entre el paleozóico por un lado y el cuaternario del campo de Tarragona por otro, se halla una mancha con superficie de 30 kilómetros cuadrados, comprendida entre los pueblos de las Borjas, Aleixar, Vilaplana, Alforja y Botarell, al S. del cual se prolonga entre las areniscas triásicas de Arboset. Su forma es muy irregular, pues además de esta prolongación meridional, hay otra dirigida al NE. entre Vilaplana y Albiol, extendiéndose con un kilómetro de ancho por las faldas septentrionales de Puigencama. Toda la mancha es una pintoresca y fértil depresión constituída por el granito terroso descompuesto, entre el cual aparecen de trecho en trecho otras diversas especies de rocas asociadas al granito mismo y que más adelante expresaremos. La frecuencia con que en muy reducidos espacios se presentan diversas masas hipogénicas, tanto en esta mancha como en las restantes de Tarragona, hace que en esta provincia ofrezca este terreno uno de los aspectos más variados de la Península.

La carretera de Reus á Falset corta en Riudecols otra mancha granítica, tan variable en su composición como la anterior, de la cual está separada por una zona paleozóica que en pocos sitios tiene más de dos kilómetros de ancho. Por el S. llega á Riudecañas; avanza al O. hasta más allá de Argentera, y comprende próximamente en su centro á Dosaiguas, con una superficie total de 16 kilómetros cuadrados.

La mancha de Falset es muy irregular en sus contornos á causa de los repliegues, entrantes y salientes que hacen las capas triásicas y silurianas, y de varias cuñas de estas últimas que se intercalan entre ella, una de las cuales pasa por la villa de Falset, en cuyo término y los de Torre de Fontaubella, Marsá, Bellmunt, Capsanes y Guia-

mets, está enclavada la masa hipogénica, que ocupa 17 kilómetros cuadrados.

Islotes mucho más pequeños todavía se señalan entre Colldejou y Montroig; entre Prades y Vilanova de Prades, al N. de Castellvell; entre Febró y La Musara, en las cercanías de Poblet, al N. de Pla de Cabra, y en otros varios parajes inmediatos á los asomos principales. Algunos de estos isleos se reducen á diques y filones porfídicos entre las pizarras silurianas.

COMPOSICIÓN.

Por regla general el granito de estas manchas es de grano grueso ó mediano, de elementos uniformemente distribuidos y de poca coherencia en la superficie exterior, desagregándose con facilidad. Le atraviesan numerosas vetas de otro granito de grano más fino, de feldespato ortosa de color de carne y cuarzo blanco.

El granito típico de la mancha de Alforja (Tarragona) es de color rojizo con matices variados, y si se examina al microscopio muestra el cuarzo cruzado de grietecillas discontinuas con inclusiones vítreas y algunas líquidas; la mica en laminillas alargadas, fibrosas, de contorno irregular, y el feldespato ortosa, cercado de magnetita y clorita y teñido de limonita en trozos cristalinos, siendo frecuentes las maclas de Carlsbad.

En los canchales que hay á lo largo de la Riera de Riudecañas, y en la mancha de Falset, es donde el granito muy tenaz y de color gris claro, en casi todos los sitios presenta caracteres bastante parecidos á los del centro y del O. de la Península.

El Puig de las Moleras, cerro á cuyo pie se hallan las Caldas de Malavella, está constituído, más bien que por granito común, por una roca fragmentaria compuesta de trozos anguloses y redondeados de granito de mica negra, leptinitas, jaspes, caolín y otras substancias, reunidas en una masa heterógenea, de grano desigual, en que hay poca mica. Examinada al microscopio esta roca curiosa, el señor Adán de Yarza ha encontrado los siguientes elementos: cuarzo

en granos irregulares, ortosa, algo de plagioclasa, biotita muy alterada pasando á clorita, alguna hojuela de muscovita, un agregado micro-cristalino, envueltos todos los componentes por un magma vítreo pardo rojizo. Esta formación se halla atravesada por filones casi verticales de calcedonia, acompañada de baritina cristalizada, dirigidos al NO. casi verticales, y evidentemente es posterior al granito de la masa general, del que arrancó fragmentos que en parte la constituyen.

Desde Badalona á Calella el granito se presenta generalmente descompuesto hasta profundidades que pasan de tres metros en ciertos parajes, aislándose á intervalos canchales ó peñascos de pintoresco aspecto, cual sucede, entre otros puntos, en las vertientes de San Matheu, en la costa de Premiá.

Granito porfídico.—Predomina en la mancha del Montseny y las Guillerías, entre el valle de Sau y Tordera, tiene en general color rojizo; pero en el Vallés es blanco y agrisado, como el que abunda en la sierra del litoral.

Otra variedad notable es la de la Roqueta, junto á San Ginés dels Agudells, destacándose el cuarzo en cristales hialinos entre la masa feldespática verdosa ó rojiza, salpicada de hojuelas de mica de color verde obscuro.

También abunda la variedad porfiroide en San Ginés dels Agudells, donde sobresale el cuarzo hialino entre la masa feldespática, verdosa clara en unos sitios, rojiza en otros, salpicada de mica verde. Le atraviesan filones de granito fino-granudo (granulita).

Granito fino-granudo (granulita).—Al N. de Papiol, por la falda oriental del Puig de Santa Madrona, se abre paso entre los filadios antiguos una manchita pequeña de granito fino-granudo, cuyo feldespato se halla en gran parte convertido en caolín. Por su límite NO., en la loma llamada Rocas Blancas, es de grano más fino y más obscuro por la mayor abundancia de mica; y examinado al microscopio, se ve que la roca está compuesta de cuarzo, algún ortosa, algo de plagioclasa y mucha mica negra parcialmente convertida en clorita.

Diques y filones de granulita ó granito fino-granudo atraviesan

también el granito en la Font dels Ancells, Turó den Cors y otros sitios inmediatos al Tibidabo; y examinados algunos ejemplares al microscopio, se ha visto que además de los elementos esenciales contienen talco, magnetita, ilmenita, esfena, clorita y cristales de pirita de hierro.

Otros diques de granulita blanca con muscovita se encuentran entre los torrentes de Alós y Caralleu, al E. del torrente de San Juan, en la loma de casa Milana, entre San Gervasio y la ermita de Belén, donde la roca está cruzada por vetillas de pegmatita blanca, cerca de las ruinas de Bellesguart, en la carretera de San Cugat, encima de Can Besora, cerca de San Cipriá, en las inmediaciones de Horta y en la montaña de Canyellas.

Otra manchita de esta variedad de granito asoma entre el gneis del valle de Nuria, frente á la capilla de San Gil, en el cerro de la Creu den Riba; y consta, según el Sr. Adán de Yarza, de cuarzo muy abundante, pequeños fragmentos de ortosa, plagioclasa, mica blanca, clorita y productos de descomposición. A su vez en algunos sitios está atravesada la roca por un pórfido feldespático, compuesto de ortosa, plagioclasa, muy poco cuarzo, mica blanca, clorita, productos de descomposición y un agregado micro-cristalino en que predomina el cuarzo.

Rocas parecidas se ven también en bolsadas entre las pizarras de Collbató; en las Guillerías y la Riera de Ossor, á través del estrato-cristalino, y formando tránsito á las pegmatitas, en la falda SO. de Montserrat.

De las variedades designadas con el nombre de leptinitas, hay filones entre el granito de San Feliú, Palamós, Blanes, Massanet de Cabrenys, Arbucias y Caldas de Malavella.

Pegmatita.—En la parte alta de Vallcarca atraviesan las pizarras varios filones de pegmatita que encierran muchos cristales de turmalina y hojas de mica blanca.

En San Andrés de Palomar la roca es de feldespato blanco y cuarzo azulado, también con turmalina; y en Montornés sonrosada, de grano fino y fractura desigual.

Asociada al micro-granito se halla también en las Guillerías y en la Riera de Ossor.

Pórfidos cuarzosos.—Minuciosamente ha enumerado el Dr. Almera[1] muchos asomos porfídicos, ya en diques, vetas ó filones, ya en masas irregulares que se encuentran entre el granito y entre las pizarras de las inmediaciones de Barcelona, varios de los cuales fueron examinados anteriormente por los Sres. Maureta y Thós.

Entre los que cortan el granito, se hallan: uno amarillo con cristales de limonita alterados en la Font del Lleo de Pedralbes; otro junto al Monasterio de Pedralbes, al pie del cerro de Bonavista; otro con cristales bipiramidales de cuarzo en Can Alós y Can Caralleu; otros dos inmediatos en el Dessert. Otra masa irregular de pórfido cuarcífero con clorita y limonita, á continuación de las anteriores, pasa por detrás del Hotel Tibidabo á Nueva Belén hasta la carretera de San Cugat, atravesando los torrentes del Infern, Maduxer, Can Gomis, etc. Otras masas porfídicas hay en San Génis dels Agudells, entre Horta y San Cipriá, en la montaña de Can Notari, en el monte de la Malesa y en otros parajes inmediatos á derecha é izquierda del Besós.

Entre las masas porfídicas que cortan las pizarras, se citan siete de cinco á seis metros de ancho cerca de Martorell; otras dos entre Cervelló y San Vicens dels Horts; una ramificada entre Papiol y San Cugat; otra cerca de la ermita de la Salut; otra al E. de Can Amigonet, y dos insignificantes sobre la Riarada. Todas ellas se componen de cristales bipiramidales de cuarzo, feldespato á veces róseo y mica negra.

Hay otras manchitas en las cercanías de Vallvidriera, entre este punto y Sarriá, en varios sitios del Tibidabo, que se prolongan hacia las costas de San Medi, donde hay otros isleos, así como en los montes de Moncada, entre Sarriá y Santa Cruz de Olorde y en Santa Coloma de Gramanet.

Se asocia al granito de las vertientes orientales del macizo del

(1) *Crónica científica*, tomo XV.

Montseny, entre Susqueda y la Sellera, á orillas del Ter; y examinado un ejemplar al microscopio por el Sr. Adán de Yarza, se demostró que contiene cuarzo en formas exagonales, ortosa, granate muy abundante, magnetita, augita en cristales escasos y un agregado micro-cristalino en que domina un feldespato amarillento.

En todas las manchas de la provincia de Tarragona abunda el pórfido cuarcífero, habiendo examinado al microscopio varios ejemplares nuestro estimado compañero el Sr. Gonzalo Tarín. En la pasta cuarzo-feldespática transparente de un ejemplar de Vilaplana, el feldespato, á veces cristalizado con la macla de Carlsbad, está cruzado de numerosas grietecillas; el cuarzo se halla en granos irregulares con numerosas inclusiones sólidas y líquidas; la biotita es de bordes dentellados con inclusiones de microlitos de la misma substancia y granos de óxidos de hierro, agregándose á tales elementos la clorita y con más escasez el granate almandino.

En otro ejemplar de la Espluga de Francolí se observa que la consolidación de sus elementos ocurrió en dos periodos distintos. La pasta de segunda consolidación se compone de microlitos alargados de feldespato, en mezcla con globulillos cuarzo-feldespáticos alineados en forma radial, á partir de un grano de cuarzo ó de un microlito de feldespato. Fuera de la pasta, más que el feldespato abunda el cuarzo, que se presenta anguloso, corroído, con inclusiones, y salpicado de magnetita en granillos desigualmente repartidos.

La materia fundamental de otro pórfido cuarzoso de Castellvell afecta una textura micro-granulítica, con porciones de ortosa y cuarzo acompañadas de fragmentos de biotita, hornablenda y magnetita envuelta entre la última y el cuarzo.

Otro pórfido cuarzoso de Argentera se compone de grandes cristales de ortosa con clorita pulverulenta, filamentosa y corroída en una pasta micro-granulítica de cuarzo y ortosa. Los cristales del feldespato no tienen orientación determinada y no muestran las trazas del crucero con claridad por atravesarle numerosas grietecillas rellenas de clorita.

Enclavados en las manchas graníticas y porfídicas ya descritas,

se presentan diques y filones irregulares de eurita ó pórfidos cuarcíferos de textura micro-granulítica, de que también se han examinado algunos ejemplares al microscopio. En uno del Molá, procedente de un dique porfídico relacionado con los filones de galena, predomina sobre el feldespato el cuarzo con textura micro-granítica, cruzado por vetillas de cuarzo granulítico, con romboedros de calcita, existiendo además agregados pulverulentos cloríticos.

Ortofiro.—Se encuentra en abundancia en las manchas graníticas inmediatas al Campo de Tarragona, habiéndose examinado al microscopio algunos ejemplares. En la pasta eurítica de uno de Riudecañas, los cristales de ortosa suelen estar destrozados, mostrando á veces la macla de Carlsbad y con inclusiones microlíticas de apatita. La biotita se halla en láminas convertidas en copos ocráceos que tiñen de rojo amarillento á la roca, acompañados de restos de anfibol alterado y turbio, siendo escasa la clorita, que es fibrosa ó pulverulenta.

Otro ejemplar de Alforja tiene los cristales de ortosa en parte convertidos en caolín, acompañados de laminillas compactas de clorita verde, y se ven en ambos minerales bellas agrupaciones de cristales maclados de magnetita.

Pórfido sienítico.—Entre Ossor y San Hilario, á orillas del Ter, se asocia al pórfido cuarcífero, y examinado al microscopio demuestra que en una pasta micro-cristalina y compacta, de feldespato, hornablenda, clorita y un poco de cuarzo, se destacan cristales y fragmentos de los dos primeros. Abunda también esta roca en la provincia de Tarragona, sobre todo en la mancha de Alforja y Vilaplana y en la de Riudecols. Examinado al microscopio un ejemplar de Vilaplana, se ve que sus dos feldespatos, ortosa y plagioclasa, están bastante alterados, en mezcla con microlitos de anfibol que presenta diversos tránsitos á la biotita, de cuyo elemento se distinguen también algunas secciones pardas y verdosas, habiendo en ambas substancias inclusiones de magnetita y esparciéndose entre todos la clorita. El cuarzo forma placas pequeñas, irregulares y angulosas, con polarización muy viva y uniforme para cada sección.

Un dique de esta roca atraviesa el granito al NE. de Santa Coloma de Gramanet, y se halla constituído por una pasta euritica gris verdosa que encierra cristales de ortosa blanco-rosados, granos de cuarzo vítreo, numerosas manchas y cristalitos negro-verdosos de hornablenda y algunos granos de magnetita. Tal vez sea también anfibólico otro pórfido de color violáceo con manchas verdosas que del término de Grexa penetra en la provincia de Lérida, desde el extremo NO. de Barcelona.

Sienito.—En todas las manchas del litoral de Cataluña es muy común el sienito, y sería ocioso enumerar los parajes donde se halla, limitándonos á citar algunas variedades más notables. La de Caldetas es de feldespato rojo obscuro y anfibol verde intenso algo descompuesto. En las manchas de Tarragona, sobre todo en Alforja y Vilaplana, abunda el porfiroide, ya con grandes cristales de anfibol negruzco y feldespato blanco, ya de colores claros con diferentes proporciones de biotita, ya con diversos matices rojizos y pardos.

Asociado á las diabasas que ofrecen tránsitos, el sienito se halla en Santa Creu de Olorde; entre el granito de Vallensana hay otra manchita que tiene hornablenda abundante y un poco de augita, penetrándola varios filoncillos de cuarzo.

Dioritas.—Por bajo del Can Puig de Papiol, atravesada por el camino de Molins de Rey asoma entre las rocas paleozóicas una manchita diorítica compuesta de hornablenda con algo de augita, clorita, óxidos de hierro y un feldespato plagioclasa, tal vez labrador, que se ve mejor en otra manchita análoga del Turó del Mont en Vallvidriera. En el torrente de San Jaume, allí inmediato, hay otra manchita en que el anfibol pasa á clorita y la oligoclasa es muy turbia. Con esta diorita se asocia otra porfídica con grandes cristales de hornablenda y labrador, entre otros más pequeños de segunda consolidación. Entre el granito de Pedralbes y del NO. de Sarriá hay otros isleos de rocas parecidas.

Diabasa.—Existen diabasas en varios puntos de la provincia de Gerona. En los orígenes del Ter abunda entre el gneis, en algunos sitios con cristales cúbicos de markasita de dos centímetros de lado,

y en las orillas del Freser se asocia la roca á un filón de cuarzo muy potente vertical dirigido de E. á O. en la Solaneta de Presas.

Entre el granito de San Hilario de Sacalm hay una diabasa de textura afanítica que, examinada al microscopio por el Sr. Adán de Yarza, resulta formada de plagioclasa en prismas, con restos de textura fluente, enturbiados por inclusiones vítreas y rodeados de clorita, procedente de la descomposición de la augita, de la cual se conservan algunos granos no alterados. Junto á la clorita hay algo de cuarzo de origen secundario y magnetita.

También corta al granito de Darnius otra diabasa afanítica que difiere de la anterior por contener anfibol y un poco de hierro titanífero. Los elementos son tan pequeños, que forman un agregado micro-cristalino.

Hace notar el Sr. Almera [1] que en las inmediaciones de Barcelona las diabasas se acantonan en varios sitios separadas de los pórfidos, con los cuales sólo se entremezclan en los alrededores de Vallvidriera, viniendo en filones, diques ó bien en bolsadas y masas irregulares. En el fondo de Betlem son pizarreñas é intercaladas entre pizarras de diversa coloración; cuarcíferas entre Can Baldiró y Can Matías, y tobáceas en la Creu de Llavallol. La mancha principal está en el Turó Rodó, sobre las Torras de Santa Creu, de la que se derivan otras muchas en todas direcciones.

También asoman las diabasas entre las pizarras de la derecha del Llobregat por los términos de Pallejá, Cervelló, San Vicens del Horts, Santa Coloma, Torrellas, San Boy, Begás, etc. La del Puig Castellá tiene la augita casi transformada en clorita y la plagioclasa turbia y descompuesta va acompañada de óxido de hierro y calcita. Cerca de Corbera hay otra masa diabásica compuesta de augita con hornablenda y clorita, oligoclasa, magnetita é ilmenita.

Pórfidos piroxénicos.—Hay dos manchitas, aunque con la roca muy alterada, en el Torrente de la Vila, al S. de San Bartolomé de la Cuadra, y otras varias asociadas á las diabasas en Santa Creu de Olorde.

(1) *Crón. Cient.*, tomo XV, pág. 53.

ARTÍCULO III

GRUPO DE LOS PIRINEOS

Próximamente alineadas según el eje de la cordillera, asoman varias manchas graníticas y porfídicas, unas enteramente en territorio español y otras que traspasan la frontera. En su mayor parte descuellan por altas, frías y desnudas regiones, contribuyendo mucho á la variada y pintoresca apariencia de los Pirineos, imprimiendo cierto aire de imponente severidad á los países donde existen. Su extensión total es de unos 1268 kilómetros cuadrados.

Con su acompañamiento de heleros y grandes manchas de nieve, permanentes casi todo el año, albergan en sus hoyas y deprimidas planicies numerosos y profundos lagos ó ibones, entre pedregales y cantaleras, en alturas de más de 2000 metros, y á veces mayores de 3000, con el sostenido murmullo de las cascadas que de las grandes cumbres se despeñan á los ibones, y de éstos á los sinuosos vallejos que descienden á los valles inferiores.

Desde largas distancias se distingue el granito de las formaciones paleozóicas, en las que encaja porque las rocas de estas últimas son de colores más obscuros cuando asoman desprovistas de vegetación. Se ven las hipogénicas desnudas en gran parte, ó solamente tachonadas de musgos de colores gris verdoso claro ó verde amarillento, consecuencia natural, más bien que de su composición, de la altitud de sus picos, mayor que los inmediatos de otras formaciones, y de lo escabroso y recortado de sus crestas. La generalidad de las montañas graníticas aparece con cumbres afiladas, de difícil acceso, y sus dentelladas aristas limitan altas escarpas, inmensos precipicios y circos ó anfiteatros peñascosos. Las masas que constituyen sus cimas asoman hendidas, resquebrajadas ó como si estuviesen compuestas de cantos angulosos apilados unos sobre otros, destacados del corazón de la roca; y cuando las faldas de las montañas no tienen fuerte

declive, las mesetas ó planicies que las rodean están cubiertas de fragmentos con grandes caras planas, á veces de colosal tamaño, amontonados unos sobre otros y cercados de césped, en el que parecen enclavados de intento. Claro es que una parte de estos fragmentos no bajaron de las crestas superiores; pero con frecuencia estas mismas no son más que un montón de rocas incoherentes. A diferencia de lo que sucede en los otros grupos graníticos, sobre todo en el centro y Mediodía de la Península, las manchas de los Pirineos escasean en canchales por todas partes redondeados, y están cuajadas de cantos esquinados de diversos volúmenes.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS.

Manchas de La Junquera é inmediatas.—Una de las mayores manchas de los Pirineos, mitad española y mitad francesa, es la de La Junquera, que se acerca mucho al Mediterráneo por el lado de Collioure y del Cabo Bearn, rodeada al N. y al E. por el cambriano. En su extremo oriental comienza en España al NE. de Vilars, y sinuosamente limitada por el paleozóico sigue desde ese pueblo al S. de La Junquera; se acerca á Peralela, por donde la oculta el cuaternario, y toca al numulítico al N. de Figueras y de Llers. Su límite meridional se halla en contacto de la faja triásica, que desde Poniente de Viure cruza á Tapias, al N. del cual penetra en Francia en término de Saint-Laurent. Además de La Junquera, se hallan edificados en esta mancha Agullana, Darnius, Massanet de Cabrenys, Labajol, Santa Julia, Cantallops y Requesens.

Inmediatas á esta mancha, que mide 466 kilómetros cuadrados de extensión, hay otras de dimensiones muy pequeñas, pues en total no llegarán á otros 100 kilómetros. Cerca del Cabo de Creus se ve una al NE. de Cadaqués; existe otra al E. de Rosas, y otras dos algo mayores son cortadas por el ferrocarril de Barcelona á Francia en las inmediaciones de Llausá y San Miguel de Culera, las cuatro entre el cambriano.

Limitado al S. por el trías y el cretáceo, y rodeado de numulítico

por los otros rumbos, hay un asomo de 10 kilómetros entre Sadernas y San Miguel de Pera, y entre ella y el lugar de Basagoda, situadas más al N., asoman, rodeadas del siluriano y del numulítico del valle de Riu, otras tres manchitas porfídicas, cuya superficie reunida viene á ser de unos nueve kilómetros cuadrados.

Más al O., sobre la derecha del Ter, entre Camprodón y Ogassa, cerca de los torrentes de la Juncarasa y de la Fontgrau, hay otros islotillos porfídicos que trastornaron las rocas paleozóicas y triásicas en que arman; y por fin, otros dos, también porfídicos, salen á luz entre el siluriano de Rivas por ambas orillas del Rigat.

Mancha de Andorra y anexas.—La mayor mancha pirenáica es la de Andorra, que ocupa la zona oriental de este famoso valle; se extiende en más de su mitad por los departamentos del Ariege y de los Pirineos orientales; invade con 160 kilómetros cuadrados la provincia de Lérida, y de 15 á 20 en el apuntado remate occidental de la de Gerona. Por N. y NE. la limitan en Andorra y Francia el cambriano y la mancha estrato-cristalina de Mont-Louis; en los demás rumbos encaja entre el siluriano, tocando en su extremo SO. una fajita devoniana.

A poniente de la villa de Andorra se desprende de ella un apéndice donde están edificados Santa Coloma, Axás y Axovall, sobre la derecha del Valira, terminando no lejos de San Julián de Loria. El límite occidental de la mancha comienza en las orillas del Segre, al N. de Arsegüell, de donde continúa á Bescarán; entre este pueblo y Auvinyá penetra en territorio andorrano, siguiendo desde su diminuta capital á las Escaldas, los ibones ó estanques dels Pesons, Meritxell, el Prat, San Pedro, Ransol y Bordes de Inclés, y cruza á Francia cerca de Los Cartals.

Los límites orientales por el lado de Cataluña comienzan en las márgenes del Segre, á Poniente de Montellá, y ascienden por cerca de Lles, Caborriú y Marangues, hasta entrar cinco kilómetros más al N. en territorio francés.

Por el S. la limita el Segre, que en varios trechos la cruza, en los términos de Castellón de Carcolse, Pontdebar, Tolortú y Martinet.

Inmediatas á esta mancha principal hay otras tres pequeñitas entre el Valira y la Rivera Tristana, en los términos andorranos de Encamp, Les Bous y Aldosa.

Al SE. de la principal, en el devoniano de la sierra de Cadí, entre Pedra y Riu de Santa María (Lérida), tocando un poco en término de Tortera (Gerona), hay otro asomito porfídico que apenas mide tres kilómetros cuadrados; y entre la sierra del Cadí y el Segre, en términos de Cavá, Ansovell, Vilanova, Ges y Ortedo, entre capas devonianas, carboníferas y triásicas, hay otros isleos hipogénicos poco estudiados todavía.

Con la singular circunstancia de asomar entre el cretáceo, hay en el extremo septentrional de la provincia de Barcelona, al E. de San Julián de Serdanyola y S. de la Pobla de Lillet, una manchita granítica alejada de todo grupo, pero intermedia entre los pórfidos de Rivas y los acabados de enumerar.

Mancha de la Maladeta.—La mayor mancha granítica de la provincia de Lérida es la que tiene en su centro al pico Bizberri (2952 m), y descuella dentro de la de Huesca con las mayores alturas de los Pirineos, siendo su punto más alto el pico de Aneto (3404 m). El cambriano del valle de Benasque la rodea por Oeste; el mismo terreno la limita por el S. desde muy cerca de los Baños de Benasque hasta más allá de las lagunas ó ibones de Capdella, cruzando el Noguera Ribagorzana á cierta distancia al N. de Aneto (Huesca) y Senet (Lérida), pasando después por Caldas de Bohí, hasta terminar en los comienzos del río Flumisell, al N. del citado Capdella. Desde el Hospital de Benasque hasta el lago de Rius, al SE. de Viella, le limita por el N. el cambriano, en cuyo rumbo termina el confín con el siluriano hasta el puerto de Bonaigua, concluyendo los límites orientales en contacto del siluriano desde dicho puerto hasta las citadas lagunas de Capdella.

Es notable esta mancha por más de un concepto. En primer lugar, es la que alcanza las mayores alturas en toda la Península, y consecuencia de esto que allí existan los mayores heleros por su extremo occidental precisamente, sobre el comienzo del valle de Benasque, al pie de la Maladeta. Nacen en esta mancha uno de los más cauda-

losos ríos de Aragón, el Esera; otro de los más importantes de Lérida, el Noguera Ribagorzana, y uno de los más grandes de Francia, el Garona. A lo largo de esta mancha, que se alinea de E. á O. y mide 260 kilómetros cuadrados de extensión, se halla la divisoria del último y del Ebro, perteneciendo á España el valle de Arán, cuyas corrientes de agua vierten al N. y se recogen en el río que desemboca en Burdeos.

Otras manchas de la provincia de Lérida.—Después de la anterior, muy pequeñas son relativamente las demás manchas graníticas y porfídicas de la provincia de Lérida.

La que sigue en tamaño es la del puerto de Aulús, en su mayor parte correspondiente á Francia y rodeada de cambriano. Por el lado de España avanza hasta el N. de Servi y de Tabescán, siendo el lago de Cerdescans el detalle topográfico más notable que contiene. Ocupa toda ella una superficie de 80 kilómetros cuadrados.

Otra mancha internacional mucho más pequeña se alinea de E. á O. entre Bosost y Bagnères de Luchón; é inmediata hay otra todavía menor entre Bosost y Lés, á lo largo del Garona, sumando entre las dos unos 12 kilómetros cuadrados.

Al N. de la mancha de la Maladeta hay otras cuatro que asoman en el siluriano. La mayor descuella en el puerto de Mongarri; otras dos hay al S. de Artiés, y la otra existe en Uña entre Salardu y Bagerque, componiendo un total de 14 kilómetros cuadrados de extensión.

Mucho más alejadas de la frontera francesa hay varias manchitas en Eril-Castell, al N. de Vilaller, al E. de Irgó; en Batllin de Sas y al S. de Sort, con un kilómetro cuadrado de superficie próximamente cada una.

Otras manchas de la provincia de Huesca.—Al O. de la Maladeta hay varias manchas graníticas en los Pirineos aragoneses, siendo cuatro las de mayor importancia en extensión: dos enteramente españolas, otras dos internacionales. La más inmediata á la Maladeta es la de Maupás, en los altos confines de los valles de Benasque y de Gistain, y que, con una extensión de 62 kilómetros cuadrados, pe-

netra en Francia por los puertos de Oo y de Claravide. Al S. de ella, y separada por una fajita cambriana, rodeándola el siluriano y el devoniano por los demás rumbos, se halla con 20 kilómetros la de Lardana, que descuella en el encumbrado monte de los Posets (3367 m).

A Poniente de las dos anteriores, entre el Cinqueta y el Cinca, cruza la parte alta del valle de Bielsa la mancha alargada de E. á O. de Suelsa y Ordiceto, cercada al N. y O. por el cambriano de la frontera, al S. por el trias y al E. por el siluriano y el devoniano. Mide 44 kilómetros cuadrados, y pasadas las elevadas regiones montañosas de las Tres Sorores (Mont Perdu), teniendo su mayor dimensión de SO. á NE., hay otra más extensa que las tres anteriores reunidas, pero que en su mayor parte corresponde á la vecina República. Su longitud, medida de N. á S., es de 20 kilómetros entre Panticosa y Cauterets, y por el lado de España apenas comprende 24 kilómetros cuadrados, por una prolongación que de la masa principal se desprende hacia la pintoresca hoya en que están situados los Baños de Panticosa.

Todavía hay otros isleos hipogénicos al O. del anterior por la parte de Pondiellos, entre Sallent y Panticosa, y muy inmediatos al que, comenzando en el puerto de Murmuret, fuera de pocas hectáreas pertenecientes al valle de Tena, se debe considerar casi enteramente francés.

Diversos diques porfídicos hay, por fin, en los valles de Bielsa, Gistain, Benasque y las Paúles de Castanesa, además de los citados, ya entre las masas graníticas, ya rasgando ó intercalándose en las capas paleozóicas.

Guipúzcoa y Navarra.—Uno de los puntos más salientes de los confines de Guipúzcoa y Navarra es el monte Aya, de agudas cimas y pedregosos tajos, situado en el centro de una manchita granítica que penetra algunas hectáreas en territorio francés al otro lado del Bidasoa, rodeado de pizarras cambrianas y silurianas. A pesar de su pequeña extensión, pues sólo mide unos 20 kilómetros cuadrados, es de las que ofrecen mayor variedad de textura y composición.

COMPOSICIÓN.

Por regla general, el granito de los Pirineos se presenta menos descompuesto, mucho más tenaz que en el grupo anterior y en varios de los siguientes; circunstancia debida, sin duda, á las grandes alturas en que aparece y al fuerte declive de las laderas de sus montañas. Aun cuando la destrucción de la parte externa de sus masas haya sido aquí mayor que en otras partes de la Península, los productos de la desagregación fueron arrastrados con más violencia, á mayores distancias y en mucho menos tiempo hasta el fondo de los valles abiertos en diversas formaciones sedimentarias, quedando lavadas sus caras, como constantemente expuestas al contacto de grandes acumulaciones de nieve y de hielo.

No es menos compleja y variada que en las manchas de las otras regiones la composición de las pirenáicas. Como regla general, el granito es de grano mediano, y se reparten uniformemente con el cuarzo, el feldespato ortosa blanco y la mica negra; pero en ningún islote puede señalarse una distinción bien marcada entre el granito propiamente dicho y el anfibolífero, pues los cambios son frecuentes é irregulares en su distribución, así como las proporciones de cuarzo, por regla general poco abundante.

Examinadas al microscopio algunas variedades del granito, se notan curiosas agrupaciones. En un ejemplar de Barleto (Bielsa), que, si bien tenaz, está algo alterado, el feldespato es filamentoso, con la apariencia de un petrosílex; la mica está convertida en óxido férrico en gran parte, y el cuarzo tiene abundantes inclusiones. En otro del Escalar de Panticosa se observan hebrillas de caliza, á su vez impregnada de substancias feldespáticas y epidóticas.

Nuestro compañero Sr. Adán de Yarza estudió al microscopio varios ejemplares de la manchita de Aya, consignando, entre otras particularidades [1], la abundancia con que aparece en las inmediaciones

(1) *Descr. fís. y geol. de la prov. de Guipúzcoa*, pág. 91.

de las rocas sedimentarias el cuarzo de corrosión, esto es, el que corroe los cristales de feldespato, como producto de una infiltración silícea posterior á la consolidación de la roca. Examinada ésta al microscopio, son notables sus innumerables microlitos, tal vez de plagioclasa, envueltos en los cristales feldespáticos. Las inclusiones líquidas en el cuarzo son tan numerosas, que á veces pasan de 50000 en un milímetro cuadrado de sección. Agregados á la mica negra, suelen encontrarse cristalitos de magnetita y apatita.

Granito estratiforme.—Se encuentra con profusión en las diversas manchas enumeradas. Por la parte aragonesa de los Montes Malditos aparece en lechos arrumbados al O. 35° N.

Granito porfiroide.—Abunda en las vertientes meridionales del Pico de Aneto y otros puntos de los Montes Malditos, en los puertos de Oo y de Claravide, monte Aya, etc.

Granito de grano fino.—En los Montes Malditos y en el Escalar de Panticosa suele ser de colores obscuros, ya por su mayor proporción de mica negra, ó porque las hojuelas de ésta, como sucede en los gabarros ó negrones, llegaron á tal estado de división, que con los otros elementos formaron una pasta adelógena.

También abunda el granito fino-granudo en el puerto de Claravide, Pico Lluguero de Eriste, Brazato de Panticosa, el Valle de Arán y en el monte Aya, siendo abundante en oligoclasa con algo de microlina cerca del puente de Enderlaza sobre el Bidasoa.

Granito anfibolífero.—Con poco cuarzo y mucha mica negra se observa en Ordiceto de Bielsa.

Pegmatitas.—Las del Cabo de Creus son de grano grueso con grandes hojas de mica blanca y cristales de turmalina. En los Pirineos de Aragón abundan en Astet, al O. de las Espadas de Gistain y en los montes de Bachimaña de Panticosa.

Desprendido del isleo del monte Aya, asoma entre las pizarras impregnadas de epidota que hay en Articuza un filón de pegmatita con algo de mica blanca.

Protogino.—En las inmediaciones de Panticosa forma filones en el granito, á veces con cristales de pirita de hierro.

Pórfido granitoide talcoso.—Asociados á la mancha granítica de La Junquera, sirviendo de caja á los filones metalíferos de Darniús, San Lorenzo de la Muga y Basagoda, hay una porción de diques y filones de un pórfido blanquecino muy cargado de talco que dislocó las capas triásicas de la montaña de Montdevá, las pizarras silurianas y las calizas numulíticas. Vista al microscopio por el Sr. Adán de Yarza, resulta que la roca parece debida á una infiltración silícea por entre los elementos del granito, pues el cuarzo es el elemento dominante al cual rodea el magma siliceo ramificado en todas direcciones. El feldespato es más escaso y se halla como flotando en dicho magma.

Pórfidos cuarzosos.—Los pórfidos cuarzosos pegmatoideos que hay á Poniente de Llausá son blancos, terrosos, sumamente descompuestos, presentando el cuarzo en filoncillos, en placas ó en granos cristalinos.

En los pórfidos del valle de Riu el cuarzo en cristales bipiramidales se desprende con facilidad por la conversión en hierro hidroxidado terroso de la mica de aquéllos.

Examinados al microscopio varios ejemplares de los cerros porfídicos que asoman con 200 metros de elevación sobre el siluriano de Rivas, á orillas del Rigart, se deduce que se componen esencialmente de cuarzo y de ortosa en una pasta micro-cristalina en unos sitios, cripto-cristalina en otros, donde aparecen numerosos productos de desvitrificación en forma de granos y agujitas caprichosamente agrupadas, bastante análogas á la piroxena.

También son pórfidos cuarcíferos varios islotes pequeños anteriormente enumerados al SE. de la mancha granítica de Andorra.

En un ejemplar del puerto de la Pez (Gistaín) se nota que el cuarzo atraviesa ramificado al feldespato en descomposición, formando dos series de hebras paralelas cruzadas entre sí bajo un ángulo de 74°, viéndose, además de la mica, filamentos de clorita y cristales de hierro magnético con una franja de hematites parda.

Otros pórfidos cuarzosos existen en el vallejo de Valibierna, montaña Saries y el Ingroto de Gistaín, puerto de Mercadáu, sobre los baños de Panticosa, en Pondiellos de Sallent, etc.

Entre los bancos devonianos de las inmediaciones de Sallent cruzan varias vetas de una variedad micro-granulítica agrisada, en la cual escasea el feldespato en cristales grandes, descompuestos, con mica negra, cuarzo muy corroido y algunas hojuelas de mica blanca. Es una roca de tránsito á los greisen.

Frente al molino de Vera se desprende de la mancha del monte Aya otro dique porfídico parecido.

Ortofiro.—En el puerto de la Paul y en la montaña de las Espadas hay variedades en cuya pasta afanítica gris verdosa se incluyen cristales imperfectos de feldespato, fragmentos de piroxena descompuesta, clorita verde mar y magnetita. En Fonchanina y en la montaña Saries son de pasta gris verdosa ó rojiza con grandes cristales de ortosa, hojuelas de mica negra, verdosa y bronceada.

Pórfidos sieníticos.—En el Pico de Bachimaña, sito entre los baños de Panticosa y el puerto de Cauterets, es notable una variedad con cristales de ortosa blanco que pasan de 40 milímetros de largo. Examinados al microscopio dos ejemplares de la montaña de Saries y del Ingroto de Gistain, se ve que en su masa feldespática abundan los cristales de ortosa, las maclas de oligoclasa y el anfibol de color castaño obscuro, asociados á la clorita verdosa clara, al hierro magnético y á la mica, que escasea y está descompuesta.

En otro ejemplar del monte Brazato, sobre los baños de Panticosa, el feldespato se agrupa en cristales mal definidos entre grandes aglomeraciones de clorita y agujas de anfibol.

Se encuentran también pórfidos sieníticos ó anfiboliferos en el Pico de Cerler de Benasque, el Picholón de Panticosa, Quijada de Pondiellos (Pic d'Enfer) de Sallent, entre Bono y Astet, entre Castanesa y Aneto, donde se hallan muy descompuestos, así como en el barranco Socotor, entre Sallent y la frontera.

Diabasa.—En diferentes puntos del monte Aya cortan al granito diques de diabasa verdosa, alterada, compuesta de prismas de plagioclasa, cruzados en todas direcciones y envueltos por cloritas con restos de augito y cristalillos de titanita agrupados en línea recta. En un dique inmediato al puente de Enderlaza se descubre también algo

de anfibol. Diques parecidos cortan además las pizarras inmediatas, como se observa en el paraje llamado Meazuri. En la misma mancha también, entre el granito y las pizarras, existen filones de contacto compuestos de siderosa y cuarzo, algunos de los cuales son cortados por diques de diabasa. Al N. de Articuza, en su contacto con las pizarras, el granito pasa á una granulita de mica blanca llena de prismas microscópicos de turmalina. A su vez, la arenisca roja triásica se halla convertida en algunos sitios inmediatos en cuarcita blanca, aislándose en venillas de hematites el óxido rojo que la colora, lo que probaría tal vez que esta mancha granítica es de las menos antiguas de la Península, á no ser que se deba á las diabasas incluídas en ella tal fenómeno de metamorfismo.

Al SO. de Enderlaza hay varios filones de siderosa y hematites, objeto de intermitentes explotaciones. Uno de esos filones es cortado por una diabasa porfiroide, y algunos geólogos opinan que tales minerales son derivados de masas piritosas.

Porfirita diabásica.—Al E. de Sallent, en el sitio llamado la Selva, al pie del Garmo Negro de Pondiellos y en alturas comprendidas entre 2000 y 2500 metros, atraviesan al devoniano y al carbonífero varios filones de diabasitas ó porfiritas augíticas, que minuciosamente han sido examinados por el Sr. Beaugey [1]. Algunos de esos filones tienen 20 metros de espesor por 1500 de largo, orientados de E. á O. Examinada la roca al microscopio, se observa que en su pasta micro-cristalina existen cristales de piroxena, casi enteramente transformada en actinota, epidota, clorita, calcita y cristales blancos de labrador, que con frecuencia miden de 10 á 15 milímetros de largo, presentando la macla de la albita sobrepuesta en sitios por la de Carlsbad ó del periclino. Accidentalmente acompañan á ambos elementos el hierro titanado y la apatita, aunque escasa. La pasta se compone de microlitos alargados de oligoclasa y piroxena, también muy alterada como la de primera consolidación, rellenando los

(1) *Note sur une porphyrite augitique de la Selva de Sallent. Bull. Société geol. France* troisième série, tomo XVII, pág. 688.

intervalos de aquellos microlitos. Se encuentran también en la pasta cuarzo granudo y vacuolas rellenas de cuarzo, clorita y calcita. En ciertas venillas de pocos centímetros de espesor que penetran en la caliza, la piroxena se concentró en una banda y el feldespato en otra.

Entre el granito inmediato de la misma partida de Pondiellos hay otros diques de análoga composición, clasificados de espilita porque en su masa gris verdosa clara abundan los nódulos de caliza blanca espática.

En otros diques y filones de diabasitas ó pórfidos piroxénicos del monte Brazato de Panticosa el feldespato triclínico se mezcla por igual con la piroxena y la clorita verde, notándose además la epidota y el hierro magnético en cristales cúbicos. Análoga composición tienen varios diques de las sierras de Denuy y Fonchanina, y en los cuales abunda la epidota de color verde pistacho.

Eril-Castell y Peranera están situados en las cumbres de dos escarpados peñascos de un pórfido, tal vez piroxénico, de colores negruzcos y verdosos, al N. de los cuales se desarolla el devoniano, mientras al S. está el carbonífero. La roca hipogénica se prolonga hasta Guiró, donde es áspera al tacto y de color róseo. Pórfidos parecidos deben ser los del torrente Legars, que asoman entre el devoniano y el carbonífero, y el del hullero de Ansovell, al pie de la sierra de Cadí.

ARTICULO IV

GRUPO DEL NOROESTE

Atendiendo á su extensión superficial, éste es el grupo más importante de la Península, afectando por partes iguales próximamente á Portugal y á España. En la mitad septentrional del vecino reino, las rocas hipogénicas antiguas constituyen, así como en Galicia, la formación geológica predominante, desgarrando las grandes masas estrato-cristalinas y paleozóicas en sentido N. á S. Con decir que su-

man en total 11270 kilómetros cuadrados las manchas hipogénicas de este grupo, se comprenderá hasta qué punto es grande su importancia.

En un país como Galicia, en su mayor parte de bellísima apariencia, mucho contribuye el granito á sus rasgos topográficos más pintorescos, por el contraste de sus amenos valles cercados de montes desnudos de variados contornos. Así se observa en presencia de las peladas cimas de Martiñá, al NO. de Orense; de la Picoña de Tuy, entre Bayona y La Guardia; del Pindo de Finisterre; de los riscosos picotes de Peñaverde, entre Monterey y La Limia, y de los enormes serrijones de los Penedos de Traba.

Además del Martiñá, en la poblada provincia de Pontevedra sobresalen tan agrestes y pelados el Farelo, el Chamor y la escabrosa cima del Campo Marzo, á él inmediatas; Monte Mayor, Galleiro, San Mamed, San Fiz, sierras de Fonte Fría, Picaraña y Paradauta.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Mancha hispano-portuguesa.—La mayor mancha granítica de la Península es una que partiendo del centro de Portugal, al S. de Castello Branco, no lejos de la derecha del Tajo, cruza las cuencas del Duero y del Miño, y termina por un lado en La Coruña y por otro en Lugo.

Considerada en su conjunto, y prescindiendo de innumerables senos y fajas estrato-cristalinas, cambrianas y aluviales que la recortan en mil parajes, la limita al O. el Océano, y sus linderos orientales principian en territorio español, al S. de Verín, en los comienzos del río Tamega, uno de los tributarios del Duero, que bañan casi del todo tierra portuguesa. A partir de Verín, dichos linderos siguen una línea sumamente tortuosa, casi siempre en contacto con el estrato-cristalino y á trechos con el cambriano ó con el cuaternario, comenzando por encorvarse al NO. en dirección á la laguna de Antela, desde la cual se contornea alrededor de Orense hasta tocar la confluencia del Sil y del Miño, desde cuyo punto, sito entre Temes

y Fombeiro, el estrato-cristalino hace un entrante redondeado por varios pueblos de los confines de Lugo y Orense, que radican entre esta ciudad y Chantada.

Entre Chantada y Monforte se desprende de la masa general un apéndice que limita por el N. dicho seno y se prolonga con irregulares contornos hasta tocar la derecha del Sil entre Marcelle y Tronceda, limitando al N. ese granito las formaciones siluriana, miocena y cambriana. Esta última toca el hipogénico desde cerca de Monforte hasta Pradedo, al SO. de Lugo, y en este otro trayecto vuelve á estar en contacto el estrato-cristalino á lo largo del Miño hasta Baamonde. Entre Baamonde y las vertientes meridionales de la sierra de la Loba, es el cambriano otra vez más el terreno de contacto.

Prescindiendo también de varios golfos ó senos estrato-cristalinos, el Océano limita la formación granítica por el lado del NO. entre el cabo Finisterre y La Coruña; pero á partir de esta capital, un seno estrato-cristalino también, que por SO. pasa de Santiago, por el S. se acerca á Lalín y por el SE. llega á Mellid, penetra ampliamente entre esta gran mancha, descotándola profunda y sinuosamente en sus contornos septentrionales. Estos contornos van al S. entre Coruña y Queijas, se ajustan á una digitación que se dirige hacia Betanzos desde Queijas y Ordenes, se acomodan á un dilatado golfo estrato-cristalino que entre Ordenes y Santiago se desparrama hacia el NO., acercándose al mar á Poniente de Carballo y entre Corcubión y Negreira.

Desde Santiago, el límite de ambos terrenos va al SE. hasta más allá de la unión del río Deza con el Ulla, haciendo varias inflexiones, demasiado prolijas de explicar, por ambas vertientes del segundo. Al S. de Mellid, cerca de la reunión del río Furelos con el Ulla, la línea de separación se dirige al N. por la sierra de Coba hasta terminar en las citadas vertientes meridionales de las montañas de La Loba, no lejos en tan largo trayecto de los confines de Lugo y Coruña, y no sin repetidos entrantes y salientes del estrato-cristalino.

La mayor parte de las poblaciones de la provincia de Pontevedra, Verín, Monterey, Ginzo de Limia, San Pedro de Bande, Celanova, Rivadavia, Allariz y otras muchas de Orense; Noya, Negreiros, Muros, Corcubión, Ordenes y varios centenares de pueblos y aldeas de La Coruña y de Lugo, se hallan edificados en esta mancha, que tiene en Galicia hasta 7680 kilómetros cuadrados de extensión superficial. Pero enclavadas dentro de esta mancha hay otras muchas de otros terrenos, sobre todo estrato-cristalinas, que describiremos en los capítulos inmediatos.

Entre el Sil y Chantada hay un escote redondeado del gneis que avanza más de 20 kilómetros al O. entre el granito; y en cambio entre Chantada y Monforte, limitado al S. por el estrato-cristalino y al N. por el cambriano, hay un apéndice extenso cuyo remate oriental llega á Marcelle y Doade sobre la derecha del Sil.

A derecha é izquierda del Miño hay otro golfo mucho más extenso entre Chantada y Lugo, que desde Monforte á las vertientes del Coba no mide menos de 64 kilómetros en sentido SE. á NO., con anchos que á veces pasan de 28 al S. de dicha capital.

Con rumbo al NO. acaba la línea límite oriental desde Lugo á las vertientes meridionales de la sierra de La Loba, rematando en aguda punta.

Apéndices y manchas inmediatas á la principal.— Las anchas desembocaduras de las rías de Galicia, por una parte, y las irregulares intrusiones de varios terrenos, por otra, aislan varios apéndices y manchas inmediatas á la principal que rápidamente enumeraremos. Una está comprendida entre Bayona y la desembocadura del Miño, al S. de La Guardia, continuando con creciente anchura en tierra portuguesa á Vianna do Castello, agregándose junto á Braga á la gran masa central, y midiendo 98 kilómetros cuadrados en tierra gallega.

Separada por una estrecha fajita estrato-cristalina, hay otra entre la bahía de Vigo y la derecha del Miño, que tiene aparentemente su remate SE. en Tuy, descuella en el monte Galiñeiro y no alcanza menos de 245 kilómetros cuadrados.

También se separa por una fajita estrato-cristalina al NO. de Pontevedra, y por los aluviones del río Umia, entre Caldas de Reyes y Cambados, otro isleo que sobresale á la derecha de la ría de Pontevedra, teniendo su punto culminante en el monte Castrove y sumando 112 kilómetros cuadrados de extensión. Más á Poniente, frente á la desembocadura de dicho río Umia, se halla el asomito granítico de la península de Grove de 17 kilómetros cuadrados.

Graníticas y porfídicas son también las islas inmediatas Cies, Ous, Salvora y de la ría de Arosa; y entre esta última y la de Muros, al S. de Noya, entre Miñortos y Caramiñal, está separada de la principal por una faja estrato-cristalina, otra mancha granítica que se prolonga al Océano por las puntas del Chazo y Falcoeiro y el cabo Corrubedo á Poniente de esta aldea, midiendo hasta 235 kilómetros de extensión.

Al N. de la ría de Lage reaparece el granito en el extremo NO. de la provincia de la Coruña, formando una manchita de 48 kilómetros cuadrados de extensión, que avanza en el Océano por las puntas de Rancudo y de Naringa, al SO. del cabo San Adrián.

Con una extensión de 105 kilómetros al N. de Carballo y á Poniente de la Coruña, hay otra mancha que toca á la costa entre Malpica y Cayón, separada de las otras por el estrato-cristalino.

Manchas de Lugo.—Aparte del apéndice irregular que de la mancha hispano-lusitana avanza hasta muy cerca del Poniente de Lugo, hay al otro lado del Miño otras manchas inmediatas á esa capital que rápidamente vamos á enumerar.

La mayor, que mide 440 kilómetros cuadrados, se halla al E. de Lugo, limitada á ese rumbo por el cambriano, al S. y O. por el estrato-cristalino que por muy poco la separa de la gran mancha peninsular y al N. por extensas masas aluviales. Sus límites, á partir del término municipal de Lugo, van por Tirimol hasta Riberas de Lea; de aquí giran al E. á Ludrio, vuelven á Castroverde, forman un seno entre Castrillón y Abay, se contornean á Riveira, Neira y Sarria, avanzando su extremo meridional á Nespereira. A partir de este punto inmediato al ferrocarril de la Coruña, revuelve la línea que le separa del estrato-cristalino, acercándose al Miño en Puerto Marín, de

donde se acoda en ángulo recto hasta Sabarey, sin dejar las laderas de la izquierda del citado río, y cruzando dicha vía en Villasante. Desde Sabarey continúa muy sinuosa la línea hasta cerca de Lugo pasando por Piedrahita y Pedreda.

La carretera de Lugo á Villalba deja inmediatos á derecha é izquierda dos asomos mucho menores, más cerca de la segunda población que de la primera. El de Poniente media entre Ladra y Begonte, el de Levante está comprendido entre Román y Pino, y, sin duda, es un solo isleo, interrumpido superficialmente por una manchita aluvial que hay al N. de Otero de Rey, precisamente cruzada por dicha carretera. La de Lugo á Santiago deja al S. de San Salvador de Gutín otra manchita que apenas tiene un kilómetro cuadrado.

Mancha del Gistral.—La elevada cima del Gistral (1037 m), su sierra y los montes del Buyo descuellan en una mancha que media entre Mondoñedo y Vivero, cortándola en dos partes casi iguales la carretera que une estas dos poblaciones. Su límite oriental comienza en contacto del estrato-cristalino hasta cerca de Rua; va junto al cambriano entre Moncide y Villaronte; entre este pueblo y Cillero le toca el extremo de una fajita siluriana, y vuelve el cambriano á limitarle hasta Mondoñedo. A partir de esta ciudad el lindero del S. se dirige con pocas inflexiones al O. hasta las vertientes meridionales del Gistral, la primera mitad en contacto del cambriano y la segunda en el del estrato-cristalino, para limitarle aquél en toda la línea occidental por Viveiro, Carreira, Galdo hasta Vivero. La extensión superficial de esta mancha llega á 624 kilómetros cuadrados.

Manchitas de la ría del Barquero.—Sin duda unidas entre sí y con la anterior por bajo de las aguas del Océano, á uno y otro lado de la ría del Barquero, una en Lugo, otra en la Coruña, hay dos manchitas al NO. de Vivero, separadas de la del Gistral por la ría de esta última población. Limitadas al S. la primera por el estrato-cristalino, y la segunda por el cambriano, apenas alcanzan 40 kilómetros cuadrados de extensión entre las dos.

Manchas del Ferrol.—Limitadas al E. por el estrato-cristalino y desgajadas en dos fracciones por la ría del Ferrol, hay una mancha

alargada de N. á S. que desde la punta Fronxeira llega á la ría de Ares, frente á Puentedeume. El monte Lagoa y los pueblos de Graña, Mugardos y Ares son los principales puntos enclavados en ella.

Al NE. del Ferrol hay otra manchita alargada de N. á S. entre el gneis desde la ría de Cedeira hasta Sedes, no lejos de la derecha del río Jubia.

A 136 kilómetros cuadrados asciende la extensión superficial de estas tres manchitas.

Mancha del Eume.—En sitios limitada por el cambriano y en sitios limitada por el estrato-cristalino, cruza el río Eume desde Bermuy á Taboada una mancha alargada de N. á S. que avanza desde cerca del Ferrol á Poniente de Neda, cruza al E. de Puentedeume y Betanzos y avanza al centro de Galicia hasta Pontevedra, con una longitud de 56 kilómetros, reducida en su extremo meridional á una afilada punta y alcanzando una extensión superficial de 467 kilómetros cuadrados.

Asomo de Pedrouzos.—Al S. de la mancha anterior, muy próxima cerca de Mellid á la gran mancha hispano-lusitana ya enumerada, hay un asomo de unos 40 kilómetros cuadrados de extensión, rodeado por los términos de Paraleda, Brañas, Ponsada, Rodieiros, Corneda y Pedrouzos, este último edificado en él.

Manchas de Viana del Bollo y de la Puebla de Trives.—Entre Viana del Bollo y la Puebla de Trives hay una mancha algo extensa, pues llega á 384 kilómetros cuadrados de extensión, desarrollada principalmente al O. de ambas poblaciones, que se acerca al Sil en Castro-Caldelas, avanza al SO. hasta las vertientes orientales de la sierra de Queija y los montes del Invernadero, limitándola el estrato-cristalino al E., al S. y al NO. el siluriano, y el cambriano al N.

El diluvial separa de esta mancha un asomito que hay al N. de Montederramo; al NE. hay otro islote irregular en La Rua, Petín y Lorouco, y más al SE., acercándose á la sierra Segundeira, todavía hay otras manchitas cercadas de estrato-cristalino en los confines de Orense con Zamora: una en que se hallan las aldeas de Requeijo, Baños, Frojanes y Paradela; otra en las de Dradelo y Castiñeira.

Entre todas ellas pasan de 100 kilómetros cuadrados de extensión.

MANCHA DE LA SIERRA SEGUNDEIRA Y ANEXAS.—Al SO. de la alta y encrespada peña Trevinca, donde se reunen los confines de León, Orense y Zamora, adyacente á la gran mancha hispano-lusitana, hay otra de importancia que penetra un poco en Portugal al N. de Braganza y que se divide en dos fracciones irregulares unidas por un estrecho istmo entre Caude y Villanueva de la Sierra. La fracción de Poniente está casi toda incluida en Orense y penetra poco en Portugal y Zamora; la fracción del E. es zamorana en su mayor parte y comprende unos 40 kilómetros cuadrados en tierra portuguesa.

El límite de la primera fracción pása de Canda y Villavieja á Castromil de Galicia y Castromil de Castilla; de aquí revuelve á las márgenes del Tuela no lejos de Hermisende, penetra en Portugal abarcando parte de los términos de Moimenta y Piñeiro Novo, á corto trecho de cuyo pueblo entra de nuevo en la provincia de Orense en dirección de Pente y La Gudiña; al N. de este último avanza su extremo septentrional, de donde gira al E. para llegar otra vez al citado istmo en Villanueva de la Sierra.

El límite de la segunda fracción comienza en Villanueva, de donde se encamina á las vertientes occidentales de la sierra Segundeira, y por el lugar de Porto y el río Bibey alcanza las cumbres del Moncalvo, frente á la mencionada peña Trevinca. Por alto y peñascoso territorio sigue el lindero á la laguna de Lacillos, tuerce á Vigo, Pedrazales y Quintana, al N. de Puebla de Sanabria y con multitud de entrantes y salientes, senos y dentelladuras entra en los términos de Rivadelago, Limianos, Sotillo, Cobreros, San Martín del Terroso, Terroso, Requejo y Padornelo, al Norte de la sierra Gamoneda. Por la última continúa al O. de Calabor; sigue entre éste y el lugar de Montesinho (Portugal), y después de extenderse en el dicho término unos 48 kilómetros cuadrados, se introduce en Castilla al S. de Tejera, acercándose al mencionado istmo que separa las dos fracciones, continuando á Castrelos, Lubián, Chanos y Hedradas, y sumando en total unos 400 kilómetros cuadrados de extensión.

El núcleo principal de esta mancha es la sierra Segundeira con

elevados riscos y picachos que se elevan hasta cerca de 2000 metros de altitud con peladas cimas, formando una meseta de 1630 metros de altura media. Pobres y de mal aspecto son los pueblos situados en sus laderas, en algunos de los cuales hay bosques de castaños, robles, abedules y chopos mezclados entre brezos y carrascas. La laguna Cárdena, los lagos de la Ermita y otras charcas situadas en dicha sierra son los detalles topográficos más notables. El valle de Luvian ó de la Tuiza que desciende por las vertientes meridionales es uno de los más frondosos con su fondo cubierto de praderas. En otra vasta concavidad que por NE. presenta la sierra, se halla el lago de Sanabria que no mide menos de 11 kilómetros cuadrados de extensión, con profundidades tan grandes que en algunos sitios llega á 80 metros. Además de la sierra Segundeira se hallan inmediatas en la misma mancha las de Marabón, Gamoneda y Tejera, menos salientes.

Anejas á su vez á la mancha de la sierra Segundeira hay otras de exiguas dimensiones al O. de la Puebla de Sanabria, y entre la sierra de la Culebra y Alcañiz, sobre la izquierda del río Manzanas, que separa España de Portugal en esta parte de la provincia de Zamora, hay otras varias manchitas graníticas y porfídicas entre Villarino y las Figueruelas á Poniente de Nuez y entre Travazos y Quintanilla al N. de San Martín del Pedroso.

Estas últimas manchitas vienen á ser á modo de testigos ó jalones intermedios que justifican la íntima relación de las grandes manchas que en el NO. y en el centro de la Península se extienden ampliamente, y que sólo podemos separar en dos grupos diferentes para facilitar la exposición de nuestras largas y tal vez sobrado difusas relaciones.

Manchas de Asturias.—Así como en Galicia las rocas hipogénicas antiguas ocupan cerca de la mitad de su territorio, unos 50 afloramientos de ellas que hay en Asturias apenas llegarían reunidos á una extensión de 30 kilómetros cuadrados. Esto no obsta para que se presenten varias especies muy curiosas y dignas de estudio.

La principal mancha hipogénica de Asturias es la granítica de

Boal, que es de forma elíptica: mide 3 kilómetros de N. á S. y 2 de E. á O., desprendiéndose de ella varios apéndices, y otras manchitas anejas principalmente al N.NE., hasta tocar en la costa, en Fraijulde, entre Andes y Piñera, descendiendo desde 300 metros en altitud.

Otra mancha de extensión próximamente igual descuella en una meseta casi llana, 1200 metros más alta que el mar, á trece leguas de la costa, al S. del valle de Rao, en los confines de Galicia, entre Ponso y Velonto, desprendiéndose de ella algunos diques ó fajas de granito por el lado del N., que llegan cerca de Murias.

En país llano, cerca de la costa y con alturas que apenas pasan de 40 metros sobre el nivel del mar, hay otro grupito de manchas hipogénicas, la mayor de las cuales tiene 3 kilómetros de largo de NO. á SE., entre las iglesias de Campos y San Martín de Tapia, no pasando su mayor anchura de 1000 metros.

Cerca de la Pola de Allande hay otro grupo hipogénico, cuya principal mancha granítica viene á tener también 3 kilómetros de N. á S. por 1000 metros de ancho; y, por fin, existen pequeños asomos entre el cambriano y el siluriano, algunos de muy exiguas dimensiones, junto á Celón, entre Villavaser y Figueras, al SE. de la sierra de San Loado, entre Cangas de Tineo y el puerto de Leitariegos, al O. de Cangas, en Irrondo, Trones, entre Santa Ana y el Puelo, en Iboyo, Navelgas, la Collada, Zardaín, entre Navelgas y el Estoupo, entre Paredes y Trevias, en Corias y al O. de Mieldes. En Carles, cerca del Narcea, entre Godan y Ablaneda, en Camuño, Vallauta, en Bayas, en la falda meridional del Comio, en las inmediaciones de Ferrero, cerca del cabo de Peñas, asoman diques y manchitas enclavados en el devoniano; y, por fin, hay otros islotes porfídicos en Degaña, Parajas, Lomes y al NO. de Belmonte.

Manchitas leonesas.—Al E. de las manchas citadas hay otras enclavadas en totalidad ó en parte en la provincia de León. La mayor comprende el mojón de las tres provincias de León, Lugo y Oviedo, penetrando muy pocas hectáreas en esta última, llega en Pando al cambriano que le rodea por O. y al S. en Porcarizas al siluriano

que le limita al E. en las vertientes occidentales del Miravalles. Alcanza unos 50 kilómetros cuadrados de extensión.

Enclavadas en cambriano hay otras dos mucho menores: una desde Millán á Melezua, á Poniente de Villafranca del Vierzo; otra envuelta entre siluriano y diluvial, cruzada por el Sil, entre Castropodame y Ponferrada, al N. de Molinaseca.

COMPOSICIÓN

Por regla general, en este grupo el granito es de feldespato blanco y mica negra, presentándose, además de la ortosa, la albita, la microclina y la oligoclasa en proporciones muy diversas, que sería prolijo detallar.

Examinados al microscopio, es frecuente observar en ejemplares de la sierra Segundeira y de otras manchas del grupo, que los cristales de feldespato, ya simples, ya asociados según la ley de Carlsbad, tienen un núcleo más alterado que el resto, como si se hubieran agrupado sus moléculas alrededor de un trozo descompuesto de otro feldespato preexistente.

Abunda la mica de color castaño obscuro y de marcado dicroísmo en hojuelas pequeñas, escaseando la blanca extraordinariamente en la sierra Segundeira. El cuarzo es generalmente, de estructura granulítica; pero en ciertos sitios la tiene micro-pegmatítica, con bellísimas ramificaciones palmeadas. Es una rareza que esté limpio, pues casi siempre le llenan partículas sólidas de feldespato en descomposición, y es de notar que las inclusiones líquidas, cuando rara vez existen, son pequeñas. Como elemento accidental hay algunos cristalitos de apatita.

En la mancha granítica de Lugo la mica es negra constantemente, y en lugar de la mica blanca se observan unas láminas verdosas, dicróicas, asociadas al oligisto, probablemente de anfibol alterado ó descompuesto, más bien que de clorita. Además del ortosa antiguo en cristalitos á veces maclados según la ley de Carlsbad, hay oligoclasa, en sitios muy abundante, microclino y albita asociados al ortosa

reciente. El cuarzo abunda y se consolidó en dos tiempos distintos: el primero inmediatamente después de la formación del ortosa antiguo, y contiene gruesas inclusiones líquidas y fijas, notables por sus contornos irregulares; el cuarzo del segundo tiempo quedó segregado después de la individualización de los feldespatos recientes. Además de la mica negra hay láminas filitosas, irregulares, verdosas, con agujitas de oligisto. Probablemente son de análoga naturaleza á la de aquélla.

El granito de Boal se compone de cuarzo, ortosa, plagioclasa y dos micas. El cuarzo está en granos irregulares de diverso tamaño y con frecuencia corroído; el ortosa es blanco ó amarillento, en cristales á veces de gran tamaño; el plagioclasa aparece representado por tres especies; la microclina en gruesos cristales maclados; la albita invisible á simple vista, y la oligoclasa muy escasa. La mica negra abunda en hojas exagonales negras y brillantes, y envuelve entre otros minerales la apatita, el hierro oxidulado y la esfena. La mica blanca, considerada como producto de la descomposición del ortosa, se concentra en los cruceros de éste en forma de laminillas irisadas. Se distinguen en el granito de Boal dos variedades principales: una porfídica; otra pizarreña de grano fino, en que la mica entra por la mitad ó más de su total. Al microscopio, aparte de los grandes cristales del ortosa y de los trozos de cuarzo, se ven en el porfiroide otros cristalitos de ortosa reciente asociado á la microclina; falta la albita, es muy raro el oligoclasa, y á todos penetraron gotitas de cuarzo de corrosión.

Los filones, que derivados de la mancha de Boal se alinean al NE. hasta la costa cruzando por cerca de Navia, se distinguen por su mica blanca, mucho más abundante que la negra. Examinada la roca al microscopio, se ve al cuarzo en cristales grandes bipiramidales y en granos cristalinos en la pasta, con muchas inclusiones líquidas de burbuja móvil; el ortosa, también en grandes cristales, es dominante, y le penetra el oligisto, que le da color róseo; hay algo de oligoclasa y tal vez labradorita; la mica negra escasea en hojillas diminutas, y la mica blanca, en pilas exagonales, palmas y pajitas, re-

llena los intersticios de los demás elementos. Hay también núcleos más dicróicos de mica verde, y penachos cloritosos procedentes de la descomposición del anfibol, que es muy raro.

Granito porfiroide. — Con variedades de caracteres y colores abunda en muchos puntos de Galicia, tales como al NE. de Lugo, Puente Neira, Caldas de Rey, Chozas, valle de Salnes, Torre Lobera, etc. En la gran cresta de Peña Corneyra, al N. de Rivadavia, forma peñascos sueltos de más de 4000 metros cúbicos de volumen. Por la provincia de Pontevedra se cita en Raindo, cerca del Ulla, al S. de Gesteiras; en Caldas, Giabre, Peña Bicuda y cerros de Romay.

En Carballido tiene cristales de ortosa que pasan de 40 milímetros de largo, y abunda también en Chamoso, sierra de Teijeiro, Peña Bubela y otros parajes de la sierra Segundeira.

Por Asturias se halla entre Villavases y Figueras, cerca de Irrondo, al O. de Tineo y Pola de Allande.

Granito fino-granudo.—Abunda en la sierra Segundeira, Santa Colomba de Sanabria, San Martin de Terroso, Portillo de Padornelo, al N. de Chanos; Pola de Allande y otras varias localidades.

Granito rosáceo.—Cubelas y Castroverde (Lugo).

Granito estratiforme.—Al E. de Basena, Monte Oroso, Niñones, Tierra de Nasla, Arteijo, al E. de Boymorto; en las cercanías de Sobrado y otras muchas localidades gallegas, siendo difícil en varios sitios distinguirle del gneis.

Granito muy cuarzoso.—Godar y Pola de Allande.

Granito sienítico.—Formando grandes diques en el gneis de la ría de Vivero, cerca de Cedeiro, hay un granito muy obscuro por la mucha biotita parduzca y el mucho anfibol verdoso que contiene. El feldespato está generalmente maclado según la ley de Carlsbad, viéndose también la oligoclasa en granos más pequeños. El cuarzo, rico en inclusiones, forma placas que empastan los demás elementos, presentándose accidentales la titanita, la magnetita y la apatita.

En el puente de San Fiz (Orense) hay una variedad, tránsito á sienito con feldespato (oligoclasa?), y aun anfibol, aparte del ortosa dominante.

Pegmatita.—Entre los ríos Tuela y Lubián, al N. de Chanos, una de cuarzo blanco, feldespato rosado y láminas de mica de varios centímetros de extensión, forma un inmenso dique en la ladera meridional de la sierra Segundeira. Se encuentra también al O. de Villar de Cas, en el monte San Pedro, al O. de La Coruña, al N. del monte Farelo, en el Carrio, en el Gesteiras. A través del gneis de la Grova se alinea en filoncillos de N. á S., presentándose bastante alterada y rica en moscovita.

Pórfidos cuarcíferos.—Según el Sr. Barrois, que ha estudiado minuciosamente varios de Asturias y Galicia [1], los pórfidos de los montes cantábricos sólo se presentan en filones que apenas pasan de un metro de espesor, considerando en ellos dos divisiones, según que su textura es granitoide ó traquitoide. En la primera comprende el pórfido con glóbulos de extinción de Corias, las micro-pegmáticas de Corias y de Albuera y la micro-granulita de Gondar, y en la segunda sólo menciona el pórfido globular de Gargantada.

En la cuenquecita hullera comprendida entre Tineo y Cangas de Tineo y en las pizarras cambrianas que la rodean, los pórfidos con glóbulos de extinción forman filones alineados al N. 25° E., muy descompuestos los del interior de aquélla, algo menos los de las segundas. En un filón inmediato al Convento de Corias la roca es compacta, gris-amarillenta, y observada al microscopio se la ve compuesta de cuarzo, ortosa y oligoclasa con restos de mica verdosa pasando á clorita, todos envueltos en una masa formada de cuarzo mal individualizado, cargada de esférulas radiadas y de microlitos negros. Esas esférulas son radiadas; pero bajo los nicoles cruzados se distinguen de las verdaderas esferulitas en que no presentan el fenómeno de la cruz negra.

Al N. del anterior aflora paralelo otro filón de micro-pegmatita amarillenta, con cuarzo poco visible, penetrado por la pasta en pedúnculos irregulares; ortosa en cristales de dos milímetros, anacarados, descompuestos y salpicados de hojuelas de talco; oligoclasa menos

(1) *Recherches sur les terr. anciens des Asturies et de la Galice.*

abundante, en cristales irregulares, con frecuencia caolinizados; la mica verde, que pasa á clorita; penachos de talco, y bastante pirita que por su descomposición produjo limonita. Bajo los nicoles cruzados parece enteramente cristalizada la masa fundamental, en que se distingue alrededor de una substancia feldespática dotada de las cuatro extinciones en ángulo recto, innumerables cuñitas, palmas y gotitas de polarización viva simétricamente agrupadas.

Entre los cabos de Busto y de Vidio, al O. de Albuern, corta las pizarras cambrianas un filoncillo de micro-pegmatita compacta, formada de granos transparentes ó verde-claros de cuarzo, fajitas de talco, algunas láminas de ortosa rosado, otras más escasas de feldespato triclínico y glóbulos de textura radiada que por sí solos forman la mayor parte de la roca. Estos glóbulos tienen de cinco á seis metros de diámetro; son de contorno irregular, están unidos por sus bordes y tienen en su centro un grano cristalino de cuarzo. Al microscopio se ve que en esta roca los feldespatos recientes de la pasta felsítica se consolidaron prontamente al mismo tiempo, y que los cristales antiguos de ortosa, de contornos irregulares y roídos, contienen laminillas de microclina y algunos que otros cristales de maclas múltiples, sin duda de oligoclasa. Hay también en este pórfido numerosos penachos de talco.

Existe en Gondar otro filoncillo de micro-granulita, muy parecida á la anterior por su color rosáceo y por la escasez de grandes cristales segregados. A simple vista sólo se distinguen cristales y láminas de ortosa con algunas pajuelas de mica negra, pasando á clorita; y al microscopio se observa que al cuarzo y al ortosa, consolidados al mismo tiempo y sin orden, acompaña la mica blanca, por cuya circunstancia, y la ausencia del cuarzo antiguo porfídico, se relaciona esta roca con las granulitas del Sr. Levy.

Muy diferente de los anteriores es el pórfido globular de Gargantada, en el camino de Noreña á Langreo, y que no se presenta en filones, sino en cantos poco redondeados ó esquinados, intercalados en una capa tobácea por bajo del trías. Estos cantos, embadurnados de limonita, tienen una pasta de color amaranto en la cual se per-

ciben cristales de ortosa de uno á tres milímetros de largo, de color amarillento rosado, abundantes hojillas de mica negra y algunos trocitos de cuarzo. Al microscopio se ha reconocido que la pasta es enteramente globular, y los esferolitos se componen de un núcleo de hematites ó trocitos de cuarzo rodeados de hematites. Bajo los nicoles cruzados se nota á veces la cruz negra; pero la mayor parte de los esferolitos se extinguen simultáneamente ó por segmentos irregulares.

También se citan pórfidos, tal vez cuarzosos, en Salave, Pola de Allande, Celón, cerca de Irrondo, al O. de Tineo, etc.

En la provincia de Zamora constituye los islotillos que hay al SE. de Villarino, entre el arroyo Ribera y el vallejo de Lanza, á la izquierda del río Manzanas, y está formado de una pasta eurítica que envuelve cristalillos de feldespato blanco y granos de cuarzo negro ó ahumado, con algunos granates como elemento accesorio. Su acción sobre las pizarras cambrianas en que arman se muestra por profundos pliegues.

Deberán ser pórfidos cuarcíferos que, sin duda, por su avanzada descomposición llamó arcillosos, los que halló Schulz en la ladera SE. de la sierra de San Loado, entre Cangas de Tineo y el Puerto de Leitariegos, en Trones, Camuño y Villauta.

Eurita granulítica.—Está bien caracterizada en los diques y filones graníticos derivados al NE. de la mancha de Boal, y el examen microscópico demostró al Sr. Barrois que se formó en dos tiempos de consolidación: el primero le individualizaron los cristales de ortosa, oligoclasa, mica negra y cuarzo; en el segundo, á causa de un enfriamiento más rápido que en el granito, se formó una pasta en que cristalizaron íntimamente el ortosa y el cuarzo, agrupándose en granos irregulares mezclados con pajitas de mica blanca.

Euritas análogas hay en las cercanías de la Coruña, en Oza, Mazaricos, al NE. de Lugo; en Neyras, al S. de Monforte; entre Foz y Rivadeo. Estudiada al microscopio otra que aparece en filones ramificados en el Arenal de Portelas y en Promontorio, cortando las pizarras cambrianas, demuestra que su pasta envuelve cristales

grandes de ortosa descompuestos y transformados en mica blanca y secciones de cuarzo dihexaédrico corroido. Su textura es micro-granitoide sin interposición de substancia amorfa; los granillos de cuarzo y de feldespato de la pasta están mal individualizados y son de contornos irregulares.

A esta especie corresponden, tal vez, las euritas encontradas por Schulz á la izquierda del Narcea, al O. de Cangas de Tineo; en Bayas, entre la ría de Pravia y Avilés.

Entre las pizarras cambrianas del Montejurado hay otros filones de eurita fajeada que encierra cristales de cuarzo, mica, pirita de hierro y trozos de ampelita.

Sienito.—Es curioso, entre otros, el sienito gneísico de las inmediaciones de Vigo, que es de finísimo grano, de escasa tenacidad y cuya estructura se debe á cristalillos negros y brillantes de anfibol. Este elemento forma en unos puntos fragmentos cristalinos, y en otros constituye delicadísimas agujas agrupadas paralelamente al eje cristalográfico, ofreciendo intensa coloración azul examinado al microscopio con luz natural. El feldespato se presenta de tres especies: en grandes placas homogéneas de ortosa, en laminillas cristalinas de oligoclasa y en diminutas placas granitoideas agrupadas en láminas hemitrópicas de microclina. El cuarzo se ofrece de dos modos: en placas homogéneas y en agrupaciones de esférulas. Esparcidas en la roca hay concreciones ferruginosas.

Se encuentran también sienitos en Salave, entre Salime y la Pola de Allande, al SO. de Mellid; en Bodoin, cerca del cabo Ortegal, impregnado de pequeños granates, al E. de San Fiz; entre Orense y Carballino, donde es porfiroide, y hacia Arnego.

Dioritas.—Aunque escasas en los montes cantábricos, hay las dos variedades cuarcíferas y sin cuarzo estudiadas detenidamente por el ilustre geólogo Sr. Barrois, á quien debemos tan interesantes datos.

Las primeras cortan en filones las pizarras cambrianas en Cadavedo, Punta Corbeira, Pola de Allande y otros puntos, y son rocas cristalinas, verdosas, tenaces, con frecuencia pizarreñas. Se componen de un mineral fibroso parecido al anfibol, granillos de cuarzo de

brillo graso y hojuelas de oligoclasa, estriado, blanco-verdoso. Al microscopio su textura es micro-granitoide, sin pasta amorfa y sin microlitos propiamente dichos, reconociéndose el hierro titanado, la esfena, el anfibol, el feldespato triclínico, y como elementos secundarios el cuarzo con inclusiones, la epidota, la clorita, la serpentina y la calcita. La pirita abunda tanto en varios sitios que se la ve á simple vista.

La diorita de Cadavedo, que forma un filón de 10 metros de espesor, contiene más feldespato y menos cuarzo que la de Corbeira, donde hay muchas vetas con frecuentes hendiduras en las cuales cristalizó el cuarzo posteriormente.

Al E. de la Pola de Allande forma la diorita una masa de varios kilómetros cuadrados; es de color más pálido y de textura menos compacta que las dioritas ordinarias, y á simple vista se ven en ella asbesto blanquecino, feldespato estriado, escamas verdosas y granos de cuarzo transparente. Al microscopio el elemento dominante es un feldespato triclínico en grandes cristales maclados, inyectados de cuarzo, acompañados de algo de ortosa, también penetrados de filoncitos cuarzosos y cubiertos de un polvo micáceo en descomposición. Imprime un sello especial á esta diorita el anfibol de base de cal y magnesia (tremolita), acompañado de epidota, clorita y hierro titanado, transformado en parte en esfena. El cuarzo es sumamente abundante, formando un mosáico entre los cristales antiguos y con inclusiones muy diminutas.

Las dioritas sin cuarzo cruzan en filones las pizarras cambrianas y están formadas de feldespato triclínico en grandes cristales, generalmente maclados según el clinopinacoide, y de anfibol en hermosos cristales ó en masas fibrosas agrupadas alrededor de los primeros. Como substancias accidentales, suele haber un poco de cuarzo de origen secundario, cubierto de pirita; hierro titanado con esfena, epidota, serpentina, apatita y clorita.

En las pizarras cambrianas de Celón hay un filoncito de diorita verde obscura en la que se reconocen á simple vista prismas alargados de anfibol, playas blanquecinas de feldespato estriado y cavida-

des amarillentas debidas á la descomposición de la pirita. Al microscopio se ve un enrejillado de hierro titanado impregnado de esfena, y que la hornablenda, que es fibrosa, contiene agujas de apatita y que está en gran parte transformada en clorita fibrosa, radiada, en penachos ó en esferolitos que dan la cruz negra bajo los nicoles cruzados. La oligoclasa presenta numerosas láminas hemitrópicas; hay algo de labradorita, y la mayor parte de los cristales están maclados según la ley de la albita. Esta diorita contiene granos irregulares de cuarzo, pero mucho menos que las dioritas verdaderamente cuarcíferas.

La diorita de Lago está en filones-capas entre las pizarras cambrianas, y es una roca blanquecina compuesta de actinota verdosa, tremolita, oligoclasa en grandes cristales maclados, hierro titanado, esfena, clorita y esferolitos con algo de limonita.

También entre las pizarras cambrianas se presenta en Ceda, cerca de Pola de Allande, otra diorita parduzca que al microscopio demuestra la abundancia de la microclina en cristales penetrados de clorita, con otros quebrados también y mucho mayores de oligoclasa. En mucha menor proporción acompañan á ambos feldespatos el anfibol verde fibroso, el hierro magnético y el cuarzo en granitos recientes.

Se citan dioritas, además de las mencionadas, en Celón, Iboyo, Collada, Zardaín, al N. de Navelgas, al O. de Mieldes, donde es muy dura, en Ferrero y en Somiedo. En las calizas devonianas del S. de Salas, cerca del Narcea, por el lado de Carlés, se asocia á una manchita granítica, y contiene mucha pirita arsenical y granate, ya cristalizado, ya en masa, mezclados con cristales de feldespato y anfibol.

También hay dioritas en otros puntos de Galicia, tales como en Laboreyro, á 5 kilómetros al E. de Mellid, al E. de Jubia, al NO. de Puentedeume, en Couso, 5 kilómetros al S. de Cuntís, entre Quiroga y el Brollón, al E. de Laza, en Trabada, etc. Es posible que algunos de estos asomos deban incluirse en las diabasas, cuando se examinen más detenidamente; y en tal caso se hallan algunos islotes del Vierzo por el lado de Villanueva, entre el cerro de la Guiana y la

herrería de Llamas, entre Luyego y Lucillo y al S. de Riolago.

Diabasas.—Cerca del puente del Mera, en las inmediaciones de Santa María de Ortigueira, hay una diabasa pardo-negruzca, cuya piroxena es muy brillante, en placas de gran tamaño, varias de las cuales van produciendo por su descomposición residuos amarillentos y verdosos. Los fragmentos de piroxena limpios y diáfanos encierran inclusiones fijas gaseosas. La labradorita está muy bien conservada en cristales formados por la asociación de numerosos individuos, y suelen encerrar inclusiones de productos cloríticos y de magnetita.

Algo más cristalina y distinta de la anterior por contener olivino, hay otra diabasa en la desembocadura del valle de Miñor. Atraviesa el gneis de la punta del Burgo, y desde la orilla del mar se alinea de N. á S. con dos metros de espesor, dividiéndose en grandes masas esféricas cuyos casquetes concéntricos se desmoronan hasta llegar á un nódulo elipsoidal, duro y resistente, de 8 á 10 centímetros de diámetro interior. La roca es de color gris verdoso, distinguiéndose á simple vista prismas de feldespato y masas laminares de augita. Reconocida al microscopio por el Sr. Quiroga, ha visto [1] que se compone de labrador en cristales polisintéticos maclados según la ley de la albita, infiltrándose en algunos varios productos cloríticos; de augita alotriomorfa, rodeada de clorita, biotita y granillos de magnetita y de olivino de contornos cristalinos, en gran parte convertido en serpentina y magnetita. Hay además largas agujas de apatita.

Las diabasas son sumamente escasas en Asturias, y el Sr. Barrois sólo cita un yacimiento [2] en Santa Eulalia, al N. de Tineo, en relación con las pizarras verdes de la base del hullero. Allí se presentan tobas ó brechas en que esta roca se halla en cantos rodados mezclados con otros de calizas paleozóicas, sin que se sepa el punto de donde han sido arrastrados aquéllos. Al microscopio se ve que dicha toba tiene como elementos antiguos gruesos granos de cuarzo arrastrados de terrenos diversos, fragmentos de feldespato triclínico, otros de

(1) Actas Soc. Esp. Hist. nat., tomo XXI, pág. 104.
(2) *Recherches sur les terr. anciens des Asturies et de la Galice*, pág. 126.

microclina envueltos en una pasta verde formada de clorita y serpentina, con productos de descomposición como la epidota y la calcita y con microlitos alargados de oligoclasa asociados á esferolitas calcedoniosas. La mayor parte de los cantos de diabasa de estas tobas son de uno á cinco centímetros cúbicos de volumen, amarillentos por alteración, verde-obscuros en la fractura fresca. El mineral que primero se consolidó fué el hierro titanado; hay algo de apatita en agujas; la piroxena parece formada en dos tiempos, y los feldespatos son sin excepción triclínicos, compuestos de láminas hemitropiadas según la ley de la albita, en cristales de labrador y oligoclasa y microlitos de este último de formación posterior. Cuando predominan los cristales de oligoclasa hay numerosos granos de cuarzo granulítico transparente que no existen en las rocas ricas en labrador.

Eufotida.—Asociada á la serpentina y otras rocas anfibólicas, se encuentra, según Schulz [1], á media legua al E. de Mellid. Falta, sin embargo, examinarla al microscopio para determinarla con más precisión.

Serpentinas.—En su mayor parte las serpentinas de Galicia proceden de modificaciones de composición de las rocas ricas en dialaga y piroxena, en las que el peridoto desempeña un papel secundario y son de textura fibrosa.

Una de las más detenidamente estudiadas por el Sr. Mac-Pherson [2] es la de Cariño, constituída por peridoto, dialaga pobre en inclusiones, enstatita y picotita, á veces transformada en hierro cromatado, habiendo además como productos secundarios la magnetita. Su textura microscópica es de malla, así como la serpentina de Moeche muy rica en peridoto, pero en la cual se encuentra el olivino en vez de la enstatita.

(1) *Descr. geog. Galicia*, pág. 16.
(2) An. Soc. Esp. Hist. nat., tomo XV, pág. 190.

ARTÍCULO V

GRUPO CENTRAL

En este grupo, más que en otro alguno, es variado el aspecto que el granito imprime al país. Al pie de elevadas y riscosas sierras, recortadas por barrancos y abismos cuajados de peñascos, se extienden planicies extensas, hondonadas y navas de suaves perfiles. Vense, en largos espacios, peladas, áridas y destempladas parameras; y entre ellas, á modo de oasis, asoman, como por encanto, frondosas alamedas ó placenteros verjeles poblados de lugares y caseríos. Unas manchas graníticas se hallan desiertas é incultas, mientras otras inmediatas aparecen llenas de fértiles campos ó productivas dehesas: éstas surcadas por caudalosos arroyos y salpicadas de numerosas fuentes; aquéllas enteramente secas y sin abrigo.

Extensas llanuras en que sobresalen de trecho en trecho numerosos canchales, y casi tan peladas como éstos presentan las manchas del Duero y del Esla que en el granito circulan muy profundas entre grandes y sinuosos peñascales de enormes derrumbaderos.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Manchas del Duero.—De la gran mancha hispano-lusitana que tanto desarrollo tiene en el NO. de la Península, se derivan ó desprenden diferentes apéndices por Oriente y Mediodía, unos enclavados enteramente en territorio portugués, otros que desde éste penetran en las provincias de Zamora, Salamanca y Cáceres, donde se aproximan, hasta casi tocarlos, á los manchones del centro de Castilla, con los cuales naturalmente se agrupan.

El principal de esos apéndices es el más complicado y sinuoso en sus linderos de toda la Península, y se enlaza con la gran mancha general por un estrecho istmo rodeado de gneis que desde Villar

d'Amargo se dirige á la frontera, marcada por el Tomunes, entre Almofalla (Portugal) y La Fregeneda, desde la cual la línea límite se aproxima mucho á Vitigudino, volviendo en sentido opuesto, es decir, hacia el O., entre la Encina de los Comendadores é Hinojosa de Duero, donde deja el estrato-cristalino para estar en contacto con el cambriano. Entre Hinojosa y Vilvestre sigue aquélla paralela á la derecha del Duero, que encaja en el granito hasta ocho kilómetros más allá de Miranda do Douro, en una longitud, en línea recta, de unos 70 kilómetros.

En todo ese largo trayecto el granito hace repetidos entrantes y salientes por ambas naciones, intercalándose á modo de golfo tres irregulares dentelladuras ó senos cambrianos y estrato-cristalinos que penetran en España, á saber: uno muy pequeño al O. de Mieza; otro que desde cuatro kilómetros al NO. de este último pueblo, llega hasta cerca de Ventuzello (Portugal), internándose con gneis y micacitas en tierra salamanquina alrededor de Aldeávila de la Ribera y acodándose al SO. hasta más abajo de Barrueco Pardo, no lejos del citado Saucelle; y, por fin, otro tan exiguo como el primero al pie de Miranda de Douro. Desde esta ciudad es de donde más se interna en Portugal la dentelladura granítica derivada de la mancha que describimos, pues avanza hasta cerca de Pinello, 28 kilómetros al NO. de Miranda.

Entre Paradella y Villa de Pera, donde el Duero á lo largo de su curso comienza á ser frontera de ambas naciones, una faja estrato-cristalina separa la dentelladura granítica de Miranda de otra fajita que desde Carbajosa se corre á Ceadea, donde se halla el extremo NE. de este grande apéndice á seis kilómetros al E. de Alcañices.

A partir de Ceadea comienza su límite oriental alineado al SE., limitado por el cambriano hasta el Esla, al pie de Ricobayo, y no muy distante de la carretera de Zamora á Alcañices. Entre Ricobayo y La Tuda se interpone entre ambos terrenos otra faja estrato-cristalina; en unión de ella pasa por tercera vez el Duero al pie de San Román de los Infantes, y en Cabañas de Sayago toca en corto trayecto las formaciones terciarias de la ciudad de Zamora.

Desde Peñausende sigue dicho límite á través del cuaternario, que desde Mayalde hasta cerca de Fermoselle penetra en alargado é irregular seno entre las rocas hipogénicas. La entrada de ese golfo está á pie de Teso Santo, el cerro más saliente que separa la provincia de Zamora de la de Salamanca, en la cual continúa la mancha por Santiz, Palacios del Arzobispo y Zafrón; cruza el Tormes en los Baños de Ledesma, en contacto del estrato-cristalino, y entre Zafrón y Porqueriza el cambriano se interpone de nuevo en tales confines.

Prosigue el límite oriental de esta gran mancha al S. de Porqueriza, desde donde se halla tocando al terciario hasta Cabeza de Diego Gómez, donde vuelve á interponerse el estrato-cristalino hasta tocar el cambriano de Villares de Yeltes, siguiendo en todo ese espacio las laderas de la izquierda del rio Huebra. A través de éste, una faja estrato-cristalina avanza de S. á N. entre el granito hasta más allá de Vitigudino.

Entre Villares de Yeltes y Retortillo se interpone entre el granito una faja cambriana que penetra más ampliamente en el vecino reino hasta tocar al estrecho istmo, por el cual se desprende de la masa general el ancho é irregular apéndice salmantino-zamorano, cuyos linderos á grandes rasgos vamos señalando.

Esa faja cambriana separa de este apéndice otro mucho menor que más adelante reseñaremos.

Siguiendo con el principal, debemos ante todo advertir que los límites que continúan son todavía orientales con relación al conjunto de la gran masa hispano-lusitana; pero los linderos puramente meridionales de ésta se hallan del todo incluídos en el vecino reino, y su remate al S. se encuentra en Castello-Branco, no lejos de la derecha del Tajo, á Poniente de Alcántara.

Tales linderos continúan en la provincia de Salamanca desde Villares de Yeltes á Pedro Alvaro y Villavieja; de aquí se acerca á la confluencia del Yeltes, y el Huebra, junto á Bogayo, y con rumbo E. á O. cruza los términos de Lumbrales, La Redonda y Sobradillo, al pie de cuyo pueblo cruza el Agueda, y en cuanto alcanza la izquierda de este rio invade la tierra portuguesa, encaminándose á Castello-

Rodrigo y Figueira. A ocho kilómetros al NO. de Figueira está el istmo de Villar de Amargo, que fué nuestro punto de partida de este grande apéndice, que tanto afecta á las provincias de Zamora y Salamanca.

La mayor parte de los partidos de Bermillo de Sayago, Ledesma y Vitigudino, así como fracciones de Alcañices y Zamora, tienen su asiento en esta mancha, que además de la ciudad de Ledesma y de la villa de Bermillo, comprende varios centenares de villas y lugares que sería demasiado prolijo enumerar.

Asciende á 4684 kilómetros cuadrados la extensión superficial que ocupa en las dos provincias de Salamanca y Zamora, agregándose otros 20 en esta última por otras manchitas que hay al N. del Duero. Son de exiguas dimensiones; pero de cierto interés por su relación con varios criaderos metalíferos, y porque son también otros tantos jalones de relación de los grupos del NO. y del centro que convencionalmente estudiamos en dos capítulos distintos. Una de esas manchitas hipogénicas está en Mellanes; hay otra mayor entre Losacio y San Martin de Tavara, y otras diminutas entre Losacio y Marquid, al N. de Carbajales.

De la gran mancha granítica de la Península, se desprende á corta distancia al S. de la anterior otro apéndice que á modo de faja alineada al E. avanza en 40 kilómetros de longitud con un ancho medio de 10 á 12. Comienza en los confines de las dos naciones por las márgenes del Turones, entre Valle de Coelha (Portugal) y La Bouza (Salamanca). Desde La Bouza sus linderos del N. van por Barba de Puerco, San Felices de los Gallegos, Bañobárez, revolviendo de aquí á la laguna Cervera, donde ya muy estrecha forma un remate oriental que llega á la margen izquierda del Yeltes, frente á Retortillo. A partir del Turones, al pie de Valle de Coelha, el límite meridional pasa á Villar de Ciervos, cruza el Agueda al N. de Villar de la Yegua, sigue á Villar del Rey y á la Laguna Cervera, y por fin acaba también en la izquierda del Yeltes, al SO. del mencionado Retortillo, midiendo en total una superficie de 256 kilómetros.

A tres leguas á Poniente de Ciudad-Rodrigo, el tercer apéndice de

la gran mancha peninsular no es una faja sinuosa con grande entrada hacia el E., sino una pequeña inflexión que penetra en territorio español en una longitud de 18 kilómetros y un ancho de 2 á 3, entre los pueblos portugueses de Val de la Mula, San Pedro Torres, Villar Formoso y Poco Velho, y los salamanquinos de Aldea del Obispo, Castillejo de dos Casas, La Alameda y Fuentes de Oñoro.

Mucho más penetra en España y mejor tiene la forma de dilatación ó apéndice prolongado al SE. de la gran mancha general, otra mancha procedente de Portugal, limitada al N. por el cuaternario y en los otros rumbos por el cambriano, que se extiende en el extremo SO. de la provincia de Salamanca, rematando muy estrechada en la de Cáceres. Al E. se aproxima á Puebla de Azaba, Fuente Guinaldo y Villas Rubias; en una estrecha lengüeta cruza al S. por la sierra de Gata hasta poco más allá de la villa de este nombre, y revuelven sinuosos sus linderos al S. de Peña Parda, por el Payo y Navas Frías. Ingresa en Portugal entre Aldea de Obispo y Fuinhos, pasando después á Aldea-Velha y Alfaiates, midiendo en tierra española poco más de 210 kilómetros cuadrados.

Al S. del apéndice acabado de deslindar, y separado de él por una estrecha fajita del cambriano que por todo rumbo la rodea, hay una mancha aislada incluida casi toda en la provincia de Cáceres, desde Valverde del Fresno á Cilleros por el O., desde Cilleros á Perales del Puerto por SO., acercándose á las puertas de Hoyos por el E. y avanzando al N. hasta cerca del Payo y Navas Frías (Salamanca), y ganar unas pocas hectáreas portuguesas al SE. de Fuinhos, donde tiene su remate septentrional. Además de los citados Villaverde y Cilleros, se asientan en este islote Eljas, Acebo, Villamiel, Trebejo y San Martín de Trebejo. El largo de esta mancha es de 20 kilómetros, con un ancho medio de 10, siendo de extensión próximamente igual á la anterior.

Separada de las precedentes por un pequeño entrante del cambriano, hay otra manchita de nueve kilómetros de largo por dos á tres de ancho entre Villas Buenas y Santibáñez, con un pequeño apéndice

Fig. 5.—Canchal de Aldealgordillo.—Ejemplo de desagregación del granito.

dirigido á Torre de Don Miguel, entre cuyo pueblo y el Arrago hay otra manchita que sólo tiene cinco kilómetros.

En total, todo este grupo importante de las manchas del Duero asciende á una extensión de unos 5500 kilómetros cuadrados.

Mancha del Guadarrama. — Después de la internacional que del centro del vecino reino se extiende hasta el N. de Galicia, y de la cual se desprenden los apéndices acabados de reseñar, no hay otra más extensa ni más interesante que la del Guadarrama, situada entre el Duero y el Tajo, comprendiendo fracciones importantes de las cuencas de ambos ríos, encerrando con sus aristas más salientes una tercera parte de su divisoria, y sumando un total de 10000 kilómetros cuadrados de extensión.

Sin dejar de ofrecerse las variaciones ya mencionadas en el aspecto del país, que de una manera general tiene el granito en todos los grupos, en esta grande mancha del centro de la Península, más pueden la desnudez y la pobreza que las zonas ricas y pobladas; más dominan las peladas sierras y los páramos destemplados de riguroso clima, que los valles frondosos, los placenteros huertos y jardines, los llanos de grandes recursos agrícolas y las praderas apacibles. Así es que contando la provincia de Segovia, por ejemplo, la cifra media de 22,62 habitantes por kilómetro cuadrado, el Sr. de Cortázar sacó la cuenta de que sólo correspondían 12 al terreno granítico, y cifras poco más altas resultarían para las demás provincias.

En ésta de Madrid, descontando los habitantes de la villa y corte, no señala el Instituto geográfico más de 26,58 almas por kilómetro cuadrado; y si árida y despoblada es, en general, por el lado del S., fuera ya del granito, no más productiva y adelantada es la parte de la sierra.

No es de extrañar que así suceda teniendo presente que la divisoria del Tajo y el Duero está situada en uno de los cordones montañosos que más sobresalen con muchas alturas comprendidas entre 1500 y 2000 metros; y aun pasan de la última cifra varios puntos, tales como la Plaza Almanzor (2650), la laguna Cimera (2295), el cerro del Santo (2294), y otros varios de la sierra de Gredos. Los

límites que la separan del cambriano, del siluriano, del estrato-cristalino, del cuaternario y del cretáceo, son sumamente irregulares, con multiplicados senos y cabos salientes de mucha amplitud, y quedan enclavadas dentro de ella otras varias de las cuatro primeras formaciones citadas de que se hará mención en sus lugares respec-

Fig. 6.—Canto del Canónigo.

tivos. En su conjunto, la mancha se alínea de O. á E. en su mitad occidental, y se acoda al NE. en la otra mitad.

Su límite septentrional comienza en Linares, al NE. de Sequeros, y sigue en contacto con el cambriano por Monleón, Los Santos, Guijo de Avila, al pie del cual cruza el Tormes y Cespedosa. Un poco más al E., en los confines de Salamanca con Avila, toca al estrato-cristalino en Narrillos del Alamo, Armenteros, Martínez, Pascualcobo, San Miguel y Diego Alvaro, pasado cuyo pueblo, continuando también

cerca de dichos confines de ambas provincias, limita á la mancha el cuaternario de Alaraz y Malpartida. Desde este pueblo entra de lleno en tierra de Avila, en contacto con el cambriano, entre San García y Horcajuelo, otra vez junto al cuaternario desde el último pueblo hasta cerca de Cardeñosa, otra vez más tocando al estrato-cristalino entre Cardeñosa y Saornil de Montoya, desde el cual se aproximan otra vez el cuaternario, con un golfo cambriano hasta pasado Villacastín, en territorio segoviano. Desde esa villa acaba el límite septentrional en contacto con el cretáceo por Vegas de Matute hasta Palacio Madrona, donde está su extremo NE.

El límite oriental de esta gran mancha sigue por las vertientes del N. del Guadarrama, avanzando una prolongación hacia Segovia en el Pinar Grande de San Ildefonso en contacto no interrumpido con el estrato-cristalino. Desde las faldas de Peñalara penetra en la provincia de Madrid, pasando al O. de la sierra de San Pedro por Chozas de la Sierra y Manzanares, en cuyo término toca al granito por corto trecho una fajita cretácea intercalada entre el gneis. Acaba dicho límite entre Manzanares y Colmenar Viejo, cerca de cuya villa está su extremo SE.

A partir de dicho extremo, el límite meridional, casi siempre en contacto con el cuaternario, se dirige al túnel de Torrelodones, á Valdemorillo, Navalagamella, Colmenar del Arroyo y Villa del Prado. Pasado este pueblo, y no lejos de la derecha del Alberche, continúa por la provincia de Toledo, atravesando los términos de Almorox, Paredes, Escalona, Nuño-Gómez é Inojosa, por donde una faja de gneis la divide en dos fracciones á modo de golfo, dejando un cabo saliente al NO. de Talavera en Segurilla, Mejorada y Velada, por donde vuelve á tocarla el cuaternario, del que avanza un golfo que se aproxima á los confines de Avila, no lejos de las márgenes del Tiétar, á cuya izquierda se aproxima hasta cruzarle en la entrada de la provincia de Cáceres, al pie del Convento del Rosario. De aquí continúa á Vera de Plasencia, á cuya ciudad toca en contacto con el cambriano, que no abandona hasta su extremo SO. en el Guijito de Coria.

Fuera de dos pequeños contactos con el siluriano en las inmediaciones de Sequeros, el límite occidental de la mancha no deja el cambriano, pasando sucesivamente del Guijito á Aceituna, Ahijal, Guijo y Zarza de Granadilla y Aldeanueva del Camino. Poco antes de Lagunilla cruza la sierra de Béjar y penetra de nuevo en la provincia de Salamanca, por la que sigue á Valdelageve, Herguijuela y La Alberca; revuelve en arco desde aquí á Sequeros, de donde se contornea formando un seno hasta Linares, pasando sucesivamente por Villanueva del Conde, Miranda del Castañar, Santibáñez, San Esteban de la Sierra y San Miguel de Valero.

Con decir que las sierras de Hervás, de la Vera, de Béjar, de Villanueva, de Villafranca, de Avila, de Gredos, de los Polvisos, de Malagón, de Guadarrama y otras varias están enclavadas en esta mancha. se comprenderá hasta qué punto es grande su importancia, ya se consideren sus muchas variaciones topográficas, ya se atienda á su compleja constitución geognóstica, siendo innumerables los islotes, manchitas, diques y filones porfídicos, así como los yacimientos de substancias explotables que en ella están enclavados.

En esta mancha abunda extraordinariamente las caprichosas y gigantescas acumulaciones de peñascos en un sinnúmero de canchales, algunos de los que han sido figurados en diferentes *Memorias*.

El canchal de Aldealgordillo y el del Canónigo, representados en las figuras 5 y 6, tomadas de la *Memoria* de Martín Donayre, son ejemplos curiosos de la desagregación del granito en la provincia de Avila.

En la *Descripción física y geológica de la provincia de Segovia* el Sr. Cortázar presenta varios ejemplos de desagregación del granito, entre otros, el que demuestra la textura globosa de la roca al E. de la fábrica de loza de la capital, el tormo de granito blanquecino nombrado el Botón de Balisa, que reproducimos en la figura 8, y la acumulación de peñascos nombrada La Boca del Asno (fig. 7), que hay á orillas del Valsaín cerca del Real sitio de San Ildefonso.

Entre los muchos canchales de singulares contornos que hay en

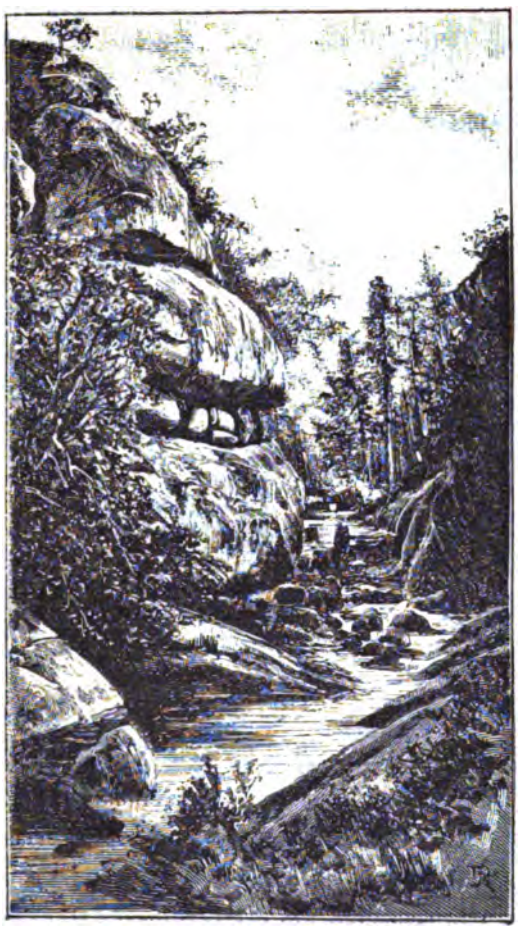


Fig. 7.—La Boca del Asno.—Rocas graníticas de las márgenes del Valsaín.

el granito de la provincia de Madrid, representamos en la figura 9 el Canto del Tormo, tomada de la *Memoria* de Prado.

Adyacentes á la mancha principal hay otras varias de diversos tamaños que rápidamente mencionaremos. Una existe en Martín Amor, á Poniente de Alba de Tormes, rodeada del estrato-cristalino; otra al S. de Santa María de Nieva, en Tabladillo, Aragoneses, Balisa y Paradina; otra diminuta más al NE. en Armuña, ambas limitadas por el cambriano y el cuaternario. El río Cega cruza por medio otra comprendida entre Zarzuela de Pinar y Lastras de Cuéllar, cercada al E. y O. por el cuaternario, al N. por el cretáceo y al S. por este

Fig. 8.—Botón de Balisa.

último y el estrato-cristalino. Entre Encinillas y Bernuy, limitada al N. por el estrato-cristalino y en los demás rumbos por el cretáceo, hay otra al N. de Segovia, á partir de cuya ciudad se dirige de O. á E. una mancha mucho más extensa que todas las accesorias ya mencionadas, que cruza al Pinar de Pedraza, tocando en los confines de Madrid por encima del nacimiento del Lozoya. Al O. se halla en contacto con el cretáceo y por los demás lados con el estrato-cristalino, midiendo una extensión de 112 kilómetros.

Todavía es más extensa otra mancha adyacente cortada por la antigua carretera de Francia, entre La Cabrera y Lozoyuela, y que se extiende entre la sierra de San Pedro y el Lozoya, desde Miraflo-

Fig. 9.—El Canto del Tormo.

res de la Sierra hasta Cervera de Buitrago, enclavada enteramente en el estrato-cristalino, ocupando una extensión de 144 kilómetros cuadrados.

Bajando del Puerto del Reventón á Rascafría y el Paular se atraviesa un islote de granito que se halla en medio del gneis, y en el cual sobresale una de tantas caprichosas acumulaciones de cantos hipogénicos conocida en el país con el nombre de Carro del Diablo, que reproducimos de la *Memoria* de Prado en la figura 10.

Por fin, hay otras manchitas de exiguas dimensiones en El Molar, El Vellón, al N. de Colmenar Viejo, en las vertientes de Peñalara, en Lozoya, á Poniente de Rascafría y en los Colgadizos de Somosierra, sumando entre todos unos 50 kilómetros.

Manchas del Tajo.—La mayor, pues llega á 1600 kilómetros cuadrados, es la que por el N. avanza hasta la ciudad de Toledo, al pie de la cual encauza el Tajo en corto trecho. El límite por ese rumbo está en contacto con el cuaternario desde Retamoso, donde empieza, hasta dicha capital, pasando por San Miguel de Pusa, Villarejo de Montalbán y Guadamur. Desde Toledo hasta las márgenes del Algodor se halla limitada por el mioceno, al cual se acomoda junto á la margen izquierda de este río en sus confines orientales hasta Villanueva de Bogas, donde la rodea el siluriano por la extensa y sinuosa línea del S. Toca al granito el cambriano, pasado Navalmorales hasta Torrecilla, donde el remate occidental de la mancha se reduce á un pequeño cabo rodeado del cuaternario entre Torrecilla y Retamoso. Además de las poblaciones citadas, se hallan edificadas sobre esta mancha Navahermosa y Orgaz y otras 27 entre lugares y aldeas, cruzándola el ferrocarril de Toledo á Ciudad Real desde el río Algodor á la villa de Mora.

A Poniente de la mancha de Toledo, en esta provincia y en la inmediata de Cáceres, asoma el granito en otros isleos más pequeños. El más occidental mide 107 kilómetros cuadrados de extensión: está comprendido entre Navalmoral de la Mata y Bohonal de Ibor, interesando además de parte de estos términos, poco ó mucho de los de Belvís, Millanes, Valdecañas y Valdehuncar, edificados en él, y de los

inmediatos de Almaraz, Román Gordo, Talavera la Vieja, Peraleda de la Mata y Mesas de Ibor. Por el N. y el E. limita á este isleo el cuaternario, por el O. el cambriano y por el S. el siluriano.

La tercera mancha del Tajo es la de Puente del Arzobispo, de contornos sumamente sinuosos y recortados y está comprendida parte en Castilla y parte en Extremadura. Su extensión superficial es de 200 kilómetros; tiene su centro entre Peraleda de San Román y Navalmoralejo; su parte septentrional encauza el Tajo entre Puente del Arzobispo y Berrocalejo, y de ella se desprende una dilatación ó fa-

Fig. 10.—El Carro del Diablo.

jita meridional que de Navalmoralejo va á Mohedas de la Jara, dejando á corta distancia á Poniente á Villar del Pedroso y Carrascalejo. Hay otro apéndice al NE. comprendido entre Navalmoralejo y Aldeanueva de Barbarroya, al N. de cuyo pueblo repasa sobre la derecha del Tajo por corto trecho. El cuaternario, el cambriano y un poco el siluriano, son los terrenos que le rodean.

Manchas de Camuñas y Pozo de la Serna (Valdepeñas).—Completan el grupo central otras dos manchas situadas en la parte alta de la cuenca del Guadiana, bastante distantes de las anteriormente

enumeradas y de las del grupo siguiente. La mayor de ellas es la de Camuñas, mide 40 kilómetros cuadrados de extensión, la cruza el Amarguillo entre Manzanares y Herencia, está limitada al SO. por el siluriano y en los demás rumbos por el mioceno.

La segunda mancha, que se reduce á un asomo de unos cuatro kilómetros cuadrados, aparece entre el siluriano, al S. de la aldea llamada Pozo de la Serna, al E. de Valdepeñas, en el camino de Villanueva de los Infantes.

COMPOSICIÓN.

Pequeñas diferencias de detalle se observan en la composición de las varias manchas de este grupo, y en general predomina el de grano grueso y tinte azulado en la fractura fresca, con el cuarzo lleno de burbujas gaseosas en muchos sitios. Aparte de las mayores proporciones del feldespato ortosa, abunda más el plagioclasa en las sierras de Gredos y de Guadarrama que en las manchas de Zamora y Salamanca, cuya mica predominante es la variedad blanca ó muscovita.

En los pequeños isleos inmediatos á Losacio, el granito es muy friable, de feldespato rosáceo, relativamente escaso y de cuarzo blanco muy abundante, encerrando gran número de inclusiones líquidas que se observan al microscopio, en su mayor parte de burbuja móvil. También el granito del Guadarrama es rico en inclusiones, según se notó en ejemplares de Robledo de Chavela, y en varios ejemplares procedentes de Torrelodones se han encontrado abundantes cristalitos de zircón.

En Villaminaya hay masas irregulares entre el granito común de otro granito en que la mica está casi totalmente constituida por una substancia anfibolífera parcialmente transformada en clorita.

Piedra tostada.—Abunda en varias provincias y se debe al color amarillento del feldespato; pero es raro tenga uniformidad en sus matices en algunos metros cúbicos de volumen. Sólo citamos el que hay al S. del Hoyo de Manzanares, que se ha empleado un poco

en algunas obras de adorno de Madrid, y el de Almorox (Toledo).

Granito gneísico ó fajeado.—Abunda extraordinariamente en la cordillera carpeto-vetónica; y como uno de tantos ejemplos, citaremos el del Pimpollar, al pie de Guadarrama, que estudió al microscopio el Sr. Mac-Pherson.

Visto con detención, su textura es más bien granítica que gneísica. Casi todo su feldespato es ortosa, de contorno irregular y como roído por el cuarzo, y parece formado en dos épocas: el más antiguo muy turbio, con frecuencia empastado por el de formación posterior. El cuarzo tiene un tinte amarillento, debido á las muchas grietas rellenas de materia ocrácea que hay en su seno, y encierra muchas inclusiones líquidas, la mayor parte de burbuja fija. La mica es de dos clases: una parda, bastante alterada y franjeada de magnetita ó de hierro titanado, y otra blanca mucho mejor conservada. Hay además, como elementos accidentales, cristalitos de apatita y agujitas finísimas de rutilo.

Abunda esta variedad al E. de Segovia, á la derecha del río Valsaín, donde al propio tiempo es porfiroide, con cristales de ortosa hasta de un decímetro de largo. El granito está allí cortado por filones de otro más blanco y feldespático, inclinados al NO, según se representa en la figura 11. Se encuentra también en Cavanillas del Monte, Aragoneses, Espirdo, entre Balisa y Pascuales; en la Atalaya del Tiemblo, Navahondilla, Casas Viejas, al S. de Gavilanes, al E. de Pedro Bernardo, Puerto de Mijares, Las Navas, entre Avila y El Espinar, Puerto de Navacerrada, alrededores de San Ildefonso, en Cerralbo, al N. del Puerto del Pico, Laguna de Gredos, Menga, El Losar, al S. de Navacepida, entre Béjar y Candelario, en Belvís, sobre la derecha del Tajo, y otras muchas localidades.

Otra variedad curiosa de granito gneísico ó estratiforme es la de Puente de Alcántara, de mica negra abundante dispuesta en zonas concéntricas. Observado al microscopio, se le ve compuesto de cuarzo, de feldespatos, de micas y cristalillos de granate.

Granito concéntrico.—En Muñopepe y La Aliseda hay la variedad del granito en fajas ó zonas concéntricas.

Granito porfiroide.—Abunda en Luelmo, Moralina, Sobradillo de Palomares, entre Mogatar y Fresno de Sayago, Ganame, Arcillo y varios puntos de Zamora, sobre todo en las inmediaciones de otros terrenos; al NE. de Vitigudino, La Moraleda, San Felices de los Gallegos, El Cubo, Alberca, Monforte, Cepeda, entre Valdelageve y El Cerro, entre Béjar y Candelario, entre Neila y Fresnedoso, Valverde de Valdelacas y Los Santos, entre Bañobarez y San Felices de Gallegos y Barba de Puerco, Castillejo de Martín Viejo, entre Regajar y San Miguel de Serrezuela, entre Alamedilla y Alberguería y otros muchos sitios de la provincia de Salamanca. De la de Ávila se cita en El Barraco, Sotillo, Casasviejas, Pedro Bernardo, entre Ávila y

Fig. 11.—Terreno granítico de la derecha del Valsaín, junto á Segovia.

a—Filones de granito blanco.
b—Granito gneísico.

El Espinar, Ramacastañas, Arenas de San Pedro, Mombeltrán, entre Escalonilla y Mironcillo, Puerto de las Pilas, Santa Cruz de Pinares, Puerto de la Hija de Dios, Hoyos del Espino, al O. de la laguna de Gredos, Piedrahita, Navarredonda, etc.

Cerca de Segovia, á la derecha del río Valsaín, hay puntos donde los cristales de ortosa pasan de un decímetro de largo; y de los muchos y variados tipos de granito porfiroide que hay en la sierra de Guadarrama, sólo citaremos el de Robledo de Chavela, que es de muy buen efecto en las construcciones.

Por la provincia de Cáceres le hay en las cercanías del Monasterio de Yuste, en Jarandilla, Plasencia y Belvis.

Granito de grano fino.—Interminable sería la lista de las localidades de este grupo donde se halla el granito de grano fino, por regla general de bella apariencia. Abunda, formando diques, en Peñalara; es turmalinífero al NE. de Fornillos; gris claro en la manchita de Martín Amor; muy obscuro, por la mucha mica negra de su masa, el de Peraleda y Valdelacasa, al SE. de Navalmoral de la Mata, formando tránsito á una leptinita anfibólica al O. de Garvin; de fácil labra y bello aspecto el de las canteras del Mirón y Valdemolinos; y por fin, le hay de variados colores entre Pereruela y Enillas, entre Encinasola y Villasbuenas, en Sobradillo de Palomares, Porqueriza, Béjar, Cespedosa, San Martín del Castañar, Villar de Corneja, Regajal de Somosancho y otros sitios salamanquinos; en la Dehesa de Fresneda, Higuera de las Dueñas, Avila, Aldeavieja, San Esteban de los Patos, Cardeñosa, Puerto de las Pilas, Santa Cruz de los Pinares, La Alamedilla, San Lorenzo, entre el Almendralejo y el Barraco, al N. de la Higueruela, entre El Hoyo y Las Navas, entre Las Navas y Peguerinos, al S. de Tolbaños; en Navalmorales, Navahermosa, Ventas con Peña Aguilera, etc.

Microgranito.—Suele formar diques entre el granito ó entre el gneis, de colores blanquecinos ó rosados, según se observa en la cumbre de Peña Lara. Predomina en esta roca la mica blanca acompañada ó no de la obscura; ortosa blanco, á veces acompañado de plagioclasa; cuarzo abundante, y es constante con tales elementos la turmalina. El del Escorial y Robledo de Chavela es un agregado de cuarzo y feldespato, con turmalina negro-azulada y pequeños granates. En otro de las praderas de Peña Lara, las turmalinas son verde aceituna para el rayo ordinario y anteadas para el extraordinario, siendo frecuente que alrededor de un punto negro se observe en ellas una aureola esférica azulada. Ejemplares hay en que se observa la cordierita cercada de un mineral pinitoideo, bronceado muy obscuro, en prismas exagonales.

Abundan también los cristales de turmalina en los microgranitos de Navalviento, Collado Mediano y Las Guarramillas.

Granulita.—En contacto con el gneis de Alfaraz y de Armesnal y

en el borde oriental de la mancha del Duero, sobre todo en Pereruela, Enillas, Peñaranda, Palazuelo de Sayago, es muy feldespática. Se clasificaron por Prado como granulitas varias rocas hipogénicas de Guadarrama, el Cuchillar del Hoyo, Torrelodones, Manzanares, Colmenar Viejo, Miraflores, Navalagamella, el Vellón, Puerto de Guadarrama, Peña Lara y otros puntos de la provincia de Madrid. En las cercanías del Escorial se encontró una variedad piroxénica, en cuya masa feldespática hay numerosos granos de diopsida y esfena, con algunos cristalillos de zircón y magnetita.

Leptinita.—Entre Gejo de los Reyes y Trabadillo es agrisada y muy micáfera; la de Bermillar y Barreras se aprovecha como piedra de afilar, y la de Fuente de Oñoro contiene pequeños granates. Se cita también de muchos sitios de la provincia de Avila, tales como El Barraco, Cebal de Navalosa, Martínez, Navas del Marqués, al Norte de Santiago del Collado, Aldea de Navacepedilla, Navatolgordo, San Esteban de los Patos y otros varios. En Guadarrama ofrece un aspecto oolítico; en la Cabrera abunda mucho y contiene agujas de turmalina que la hacen muy vistosa, y existe también en Miraflores, el Berrueco, el Vellón, el Escorial, Manzanares, Villa de Prado, Buitrago, etc.

Eurita.—Abunda en el cerro de Mataverniza de Peguerinos, próxima al Tormes al pie de Navarredonda, entre la Venta de Mermejuela y el Berrueco, donde es gris verdosa clara; al S. de Navadijos, al N. de la laguna del Gallo, á la izquierda del Tiétar cerca de Hontanares, donde es muy tenaz; en Las Navas y otros parajes de la provincia de Avila, Hoyo de Manzanares, Galapagar, puente de la Mamola y otros sitios del Guadarrama.

Pegmatita.—Junto á Santibáñez de Béjar forma una faja alineada E. á O., en que se presenta á la vez de elementos voluminosos y fino-granuda, y otra veta de elementos desiguales hay en San Esteban de la Sierra. Son varios los sitios de la provincia de Avila de donde se menciona en las inmediaciones de El Berrueco, entre las Navas y Peguerinos, La Cañada; entre Avila y El Espinar, cerca de Navalperal, por bajo de Aldealgordillo, en la Seruella, Mingorria, El

Tiemblo, Cepeda la Mora, Santa Cruz de Pinares, Puerto de Tornavacas, Hoyos del Espino, Mengamuñoz, Navasqueda, etc. Al NO. de Peguerinos es fino-granuda. En el Puente de San Martín de Toledo se presenta en filones.

Entre Lastras de Cuéllar y Zarzuela del Pinar hay una muy desigualmente cargada de mica, que escasea por el lado del Sur cerca del estrato-cristalino.

Rojiza, de grano grueso y escasa en cuarzo la hay en Balisa; en otra parecida de Navacerrada se entremezcla algo de anfibol verdoso con ortosa rojo; en una negro-rojiza de Veyas de Matute abundan los cristalillos de feldespato blanco, entre venillas de cuarzo, acusando el microscopio la presencia de la hornablenda, la magnetita y la limonita.

Examinadas al microscopio varias de Torrelodones, se ha visto en unas que el cuarzo está en forma de lentejuelas entrecruzadas con otras de ortosa y con inclusiones fajeadas de albita; en otras los feldespatos están enmascarados por la pirita.

En el granito de San Servando hay filones de pegmatita anfibolífera, y son también muy variadas en la Sierra de Ojos Albos, Ventas de Valsain, Siete Picos, Navalagamella, Pelayos, El Escorial, Colmenar Viejo y la Cabrera.

Entre las de Extremadura es notable la de Belvís, constituida en sus nueve décimas partes por ortosa de color de carne.

Greissen.—Filones en Ricobayo, al S. de Gil García, en el Canalón de Guisando, cerca de Arenas de San Pedro, y en el puerto de Tornavacas, donde pasa á pórfido turmalinífero.

Hialoturmalinita.—En filones al N. de Plasencia, donde los cristales de turmalina negra, acompañados de grandes hojas de mica blanca, dejaron señaladas sus estrías en el cuarzo hialino, pasando á blanco lechoso.

Pórfidos cuarzosos.—Abundan en la gran mancha del Guadarrama los ejemplares de pórfido, que constituyen lazos de unión entre él y el granito; y especialmente mencionaremos el observado por el Sr. Mac-Pherson, procedente de un dique enclavado entre el granito

y el gneis, al S. de los cerros de Matabueyes y la Atalaya de San Ildefonso.

«Esta roca, dice [1], por su aspecto exterior es granitoidea, formada de ortosa color de carne, abundante cuarzo gris, mica obscura y descompuesta, distinguiéndose del granito normal, á simple vista, sólo por su mayor compacidad. Cuando se la examina al microscopio, escasamente puede diferenciarse de cualquier granito, si sólo se emplea la luz natural; pero con la polarizada, y sobre todo entre los nicoles cruzados, se observa que el feldespato y el cuarzo están profundamente quebrantados, reducidos á veces á menudísimas brechas, cimentadas por la substancia granudo-cristalina, característica de muchos pórfidos.»—«Desde esta roca, en que la porfirización se halla en estado incipiente, se pasa por todo género de gradaciones á los pórfidos mejor caracterizados.»

Al S. de las Vegas de Matute hay uno con ortosa y plagioclasa abundantes, cuarzo y anfibol escasos, envueltos los cuatro en una pasta eurítica, y otro verde con cristales de cuarzo bipiramidales, anfibol y granate. En la Atalaya de San Ildefonso hay una variedad cuya pasta micro-cristalina está compuesta de esferillas silíceas.

Se encuentran también pórfidos cuarcíferos muy variados al N. de Colmenar Viejo, en Galapagar, Navalquejigo, Lozoyuela, Manzanares, Puerto de Navacerrada, Colmenar del Arroyo, Villacastín, entre Peguerinos y La Hoya.

En los confines de Avila y Segovia los hay muy compactos, de color negro verdoso, con numerosas amígdalas del feldespato blanco, parecidas á concreciones de analcima; y los que asoman entre Balisa y Pascuales se hallan tan alterados, que pasan en sitios á unas tierras amarillentas y rojizas.

En uno de Collado Mediano, los cristales de cuarzo se destacan en zonas; y en otros de Cercedilla se mezclan con la moscovita los cris-

(1) *De las relaciones entre las rocas graníticas y porfíricas. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 149.

tales de cuarzo y de feldespato, que están penetrados por la pasta que los envuelve.

Larga es la lista de los puntos de la provincia de Avila donde se hallan pórfidos cuarcíferos. En los alrededores de la capital asoma en numerosos diques, orientados en general al O.NO. y cortados por otros de porfiritas que se alinean de N. á S. Abundan también en El Tiemblo, Cebreros, El Hoyo, Las Navas, La Cañada, entre Avila y El Espinar, entre Mediana y Urraca, entre Bascoeles y Saornil, Cerro Pelado de Santa Cruz de Pinares, Laguna de Gredos, Lastrilla de Cebreros, Tolvaños, Aldealgordillo, Navalperal, Las Herencias, entre El Losar y El Barquillo, entre Piedrahita y Villafranca y en Martiherrero. En este último pueblo, así como en Bascarrabal, al N. de Cardeñosa, Villanueva del Campillo y Puerto de Tornavacas, pasan á tierras arcillosas por la extremada descomposición del feldespato.

Pórfido feldespático.—El de Robledo de Chavela suele presentar gruesos cristales de ortosa con la macla de Carlsbad é inclusiones de apatita. Existen además pórfidos feldespáticos ú ortofiros en un gran número de casi todas las manchas del grupo, que sería excesivamente prolijo enumerar.

Pórfidos anfibólicos.—Están por hacer los estudios micrográficos de varias rocas designadas como pórfidos anfibólicos por su aspecto macroscópico, encontradas en Las Navas, Avila, Marlín, Navacepedilla, Puertos de Las Pilas y de Menga; túneles de Fontuana y La Cañada, entre Aldeavieja y Campo-Azalvaro; Puerto de Tornavacas, al N. de Hervas y Baños, entre Balisa y Pascuales, Collado Mediano, Navacerrada, El Escorial y Peguerinos. En esta última localidad hay una variedad que tiene agujas de silimanita y prismas de apatita.

Con el nombre de pórfidos pardos designó Prado otros análogos que en filones y masas pequeñas hay en Colmenar Viejo, Colmenar del Arroyo, Guadarrama, Lozoya y La Cabrera, compuestos de una pasta petrosilícea mezclada de anfibol ó de piroxena, con granos de oligoclasa, un poco de cuarzo y algo de mica. Tal vez sean porfiritas diabásicas ó dioritas porfídicas.

Por fin, el mismo Prado llamó pórfido micáceo á una variedad que

hay al S. de Robledo de Chavela y que es muy dura, de color gris verdoso, compuesta de granos de feldespato blanco y mica tumbaga.

Sienito.—No escasean los sienitos en la sierra de Guadarrama. En el pinar de Peguerinos hay una variedad con cuarzo basilar azulado, acribillado de cavidades con inclusiones sólidas, mezclado sin regularidad con cristales bien apuntados de ortosa y otros más pequeños de hornablenda negro-verdosa. Entre Peguerinos y La Hoya es rojo y en general de grano fino. En Miraflores y otros sitios forma grandes lentejones entre el granito, uno de los cuales, sito en la ermita de San Blas, es un manchoncito de sección elíptica de ocho metros de diámetro mayor. La roca, que es de grano mediano y color gris, examinada al microscopio por el Sr. Quiroga, revela la abundancia de cristales claros de ortoclasa, maclados según la ley de Carlsbad, algo de oligoclasa, cuarzo escaso, hornablenda abundante, muchos de cuyos cristales se deshacen en sus bordes; y asociados á ella, algo de clorita, biotita con finísimas agujas de rutilo en estrellas de seis radios, y, por fin, ilmenita, titanita y apatita. Asociado á este sienito hay otro formado de feldespatos más descompuestos con abundante epidota, cuarzo más abundante y clorita en reemplazo de la hornablenda, rica en granillos grises de titanita deutógena.

Se halla también sienito en el Puerto de Arcones, Valdequemada y otros puntos de la provincia de Madrid; en Vegas de Matute, entre Villacastin y Aldeavieja, donde es muy escaso en cuarzo gris y con el anfibol descompuesto, siendo su color rojo, así como al SO. de Fuentes de Béjar y entre San Bartolomé de Béjar y Fresnedoso.

En la provincia de Avila abunda en muchas localidades, tales como en Mermejuela, entre el arroyo Cardiel y la venta del Barraco, en la confluencia del Alberche y el Mora, en la del arroyo del Trampal con el río de los Molinos, entre Navarredonda y los Hoyos del Espino, en el Puerto de Villatoro, en los túneles de la Casilla, del Encinar y de La Cañada, en Las Navas, San Esteban de los Patos, entre Blascoeles y Saornil, en Cardeñosa, Marlin, Menga, Navacepedilla, Villafranca de la Sierra, Gallegos, Navarredonda, Hoyos del Espino, Mingorria, etc.

Diorita.—Al S. de Mellanes y al NO. de Nuez, en la bajada al río Manzanas, hay tres asomitos insignificantes entre el cambriano, hallándose la roca bastante alterada, compuesta de grandes cristales de feldespato, de anfibol verde claro y algo de cuarzo granulítico, teniendo además como substancias accesorias cristalillos de apatita y trozos de hierro titanado, rodeados de una franja semitraslúcida de leucoxena. Al microscopio se nota el anfibol en cristales pareados, según su macla usual, ó retorcidos de un modo especial.

Al N. de Peguerinos, un filón dioritico alineado al NE. es notable por las variedades que presenta en corto trecho, pues las hay grisverdosas que se descomponen en casquetes esféricos; negras muy compactas en que se ve clara la asociación del anfibol y de la piroxena con labradorita; porfiroides en las cuales se reúnen á estos elementos el cuarzo, la calcita, el granate y la magnetita.

Sin duda debe ser también diorita una roca negra compacta y celular en la superficie que asoma en las orillas del Manzanares, junto al puente de Grajal, y que fué clasificada de trap hace tiempo.

También se citan dioritas, todavía incompletamente estudiadas, en La Silla, Navacerrada, Manzanares y San Martín de Valdeiglesias, así como al O. de las casas de baños de Ledesma.

Son fino-granudas ó compactas las que aparecen en Campo-Azalvaro, Mediana, Mombeltrán, Santa Cruz de Pinares, Navas del Marqués y otros sitios de la provincia de Avila.

En la parte de la provincia de Cáceres, correspondiente á este grupo, abundan las dioritas en asomos aislados entre las pizarras cambrianas de las inmediaciones de Plasencia. Hay uno á siete kilómetros de esta ciudad, siguiendo la carretera de Trujillo, en que la roca es pizarreña; otro á un kilómetro á Levante de Guinaldo, que en contacto de las pizarras tiene la roca muy alterada, de color parduzco, y es muy tenaz y fino-granuda en su centro. Entre dicho punto y Torrejoncillo se ven otros isleos en que se halla en bolas de diversos tamaños; otros hay hacia la venta del Caldero, y por fin, mezclada con el cuarzo, se encuentra en filones y vetas irregulares en otros varios sitios inmediatos.

Diabasas.—Varias diabasas de la provincia de Avila, reconocidas por D. Felipe Donayre, fueron examinadas al microscopio por el profesor Sr. Quiroga, y resumiremos en cuatro palabras el resultado de sus investigaciones [1]. La más cristalina es de Casas del Puerto de Villatoro; las más afaníticas las del Arroyo Palacios, siendo intermedias las del N. de Marlín y las que hay entre San Lorenzo y Santa María de los Caballeros. Casi todo el feldespato de ellas es oligoclasa muy bien conservado, pobre en inclusiones y muy penetrado de clorita; la piroxena rellena los espacios irregulares que aquél deja intermedios; el cuarzo entra en proporciones muy variables, según los isleos, abundando en el de las Casas del Puerto, existiendo además la apatita y la magnetita, la biotita y la hematites, y siendo dudosa la hornablenda, de todos modos muy rara. En la diabasa que hay al N. de Marlín se notan gruesos cristales de oligoclasa, augita acompañada de biotita y clorita, cuarzo escaso en granos aislados, magnetita en masas abundantes y algo de apatita.

En varios sitios de la provincia de Segovia existen masas y filones de esta substancia, habiéndose examinado al microscopio, entre otros ejemplares, los siguientes: uno de cerca del parador de San Rafael, en que la pasta negro-verdosa encierra cristales de anfibol, de anortosa, con agujas de turmalina, cristales de granate y de pirita, carbonato de cal romboédrico y abundante clorita. En el cerro de la Atalaya cruza los pórfidos cuarcíferos, así como en Valsain, y se halla además en Villacastín y Vegas de Matute.

Porfiritas diabásicas.—Las de San Ildefonso han sido minuciosamente examinadas al microscopio por el Sr. Brañosa [2]. Una de la Mata, junto al puente de Segovia, tiene la labradorita en cristales; su augita, á veces maclada, abunda, mezclándose la titanita y la magnetita, envueltas en una pasta de las dos primeras substancias, con algo de oligoclasa, fibras de anfibol verde y manchas cloríticas,

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIV, pág. 97.

(2) *Porfiritas y microdioritas de San Ildefonso. An. Soc. Esp. Hist. Natural*, tomo XIII, páginas 286 y siguientes.

cruzada aquélla por vetillas de caliza espática. El pórfido de Collado Ventoso forma un filón en el contacto del gneis y del granito, y difiere del anterior por su mayor alteración y por presentar hacecillos de uralita. En filones, entre el granito, hay también pórfidos parecidos en el Puente del Picadero, Navalcaz, Cruz de la Gallega, el Real Parque y otros puntos inmediatos.

Según Quiroga [1], en la provincia de Avila se distinguen tres grupos de porfiritas: las anfibólicas, las piroxénicas y las mixtas. Las de la sierra de Avila y de la Serrota son del primero y se caracterizan por su abundancia en hornablenda pleocróica. En las cercanías de Avila y de Peguerinos son frecuentes las porfiritas que contienen ambos elementos en la misma proporción. En un ejemplar de Peguerinos, que parece una diorita, la roca está formada de una pasta afanítica con gruesos cristales de hornablenda, algo de cuarzo y manchas de un fino agregado de cuarzo, granate y hornablenda. Con el microscopio se ven también piroxena, plagioclasa, magnetita y productos secundarios; y en los bordes de algunos cristales de hornablenda, muy bien caracterizados en su parte central, se ve una brillante polarización cromática y hasta las rajitas propias de la augita. A esta lenta transformación retrógrada atribuye Quiroga la existencia de granillos de piroxena violada que hay diseminados en toda la roca.

Abundan los diques de porfiritas en el granito de Avila, siendo notables, entre ellos, uno al O. de la ciudad, sobre la izquierda del Adaja, que se ramifica en vetillas paralelas, negras, fino-granudas, empastando muchos trozos de granito y de feldespato rojo. Examinada al microscopio, se la ve constituida por un agregado de cristales de plagioclasa, trozos regulares é irregulares de piroxena, mica negra en hojillas diminutas, clorita y magnetita abundantes. Se hallan también porfiritas parecidas entre la dehesa de Fresneda y el Barraco, entre éste y el arroyo Cardiel, entre Las Navas y Robledo,

(1) Calderón, *Les roches cristallines massives de l'Espagne. Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XIII, pág. 99.

entre Avila y El Espinar, entre Cardeñosa y Avila, al NO. de Mediana, en Cutos, Mombeltrán, Santa Cruz de Pinares, Zapardiel, Casas del Puerto de Villatoro, etc.

Kersantita.—En Peguerinos, cerca del Escorial, hay dos tipos de kersantitas: en el primero la roca está constituida por un magma porfídico de plagioclasa y de cuarzo con mica, algo de apatita, piroxena y magnetita; en el segundo, relacionado con las porfiritas, apenas hay magma porfídico, la plagioclasa está bien diferenciada, y abundan la magnetita, el anfibol y la piroxena. En Zapardiel de la Cañada hay un pórfido que hace tránsito entre los dos tipos anteriores: posee una base casi felsítica, con cristales raros de plagioclasa, y señales de textura fluidal, mica abundante en masas fibrosas y granillos de magnetita.

Micro-diorita.—Es muy frecuente entre los granitos del Guadarrama y otras manchas. Entre Otero y El Espinar hay muchas variedades de esta roca, generalmente verde, que, examinada al microscopio, muestra abundancia de cristales de labradorita, siendo más escasos los de hornablenda, ya rectos, ya curvados, encerrando otros de ilmenita y magnetita, componiéndose la pasta que los envuelve de piroxena, plagioclasa, hebras de augita y gránulos de magnetita. En las negruzcas de Aragoneses el plagioclasa es blanquecino, el anfibol verde, parte transformado en clorita; y por la descomposición de la roca resulta una tierra roja en que brilla la mica dorada, que apenas se descubre entre los elementos de aquélla. En la Armuña hay otra verdosa con nódulos de espato calizo que la dan el aspecto de una variolita. En la del puerto de la Fuenfría se encuentra la titanita incluida en la labradorita, cuyos cristales son circulares; entre el gneis de Revenga hay otras bien caracterizadas; es notable la de La Losa por sus placas irregulares de cuarzo, y en Riofrío hay una variedad en que la augita entra como elemento esencial, si bien la hornablenda predomina.

Anfibolita.—Puerto de Malagón del Escorial, entre El Escorial y Peguerinos.

Eclogita.—Asociada á la anterior en las mismas localidades.

ARTÍCULO VI

GRUPO BÉTICO—EXTREMEÑO

Este grupo está caracterizado, en primer término, por una alineación general de sus manchas, marcadamente acentuada, de NO. á SE., que casi coincide con la dirección media de las capas entre las cuales encaja y á las que profundamente metamorfoseó en su contacto por todas partes.

Geográfica y naturalmente se halla separado del anterior por una fila de montañas silurianas de bordes dentellados, limitada en largos trechos al NE. y al SO. por el cambriano, y cuya fila, comenzando en Portugal, junto á Monfortinho, cruza el Eljas en la Montañita de Zarza la Mayor, atraviesa el Alagón en la sierra de San Pablo, encauza estrechamente al pie de la del Cañaveral la derecha del Tajo, que encaja por ambas orillas en la de Serrejón, entre el puente del Cardenal y el de Almaraz, hasta el pie del cerro de Miravete; vuelve de aquí al S.SE. por la sierra de Guadalupe y las Villuercas, y en cuanto penetra en Castilla se difunde ampliamente entre el Tajo y el Guadalquivir, desde los Montes de Toledo hasta las vertientes meridionales de Sierra Morena, con desarrollo y anchuras extraordinarias.

En este grupo, mejor que en otro alguno, es donde se ve que no es el granito la roca que más contribuye á erizar la superficie de la Península, pues si bien hay varias eminencias que sobresalen del terreno, generalmente aisladas y en cortas longitudes, como la sierra de Montánchez, la cuesta Araya, entre Brozas y Las Navas del Madroño, los cerros de Trujillo, de Garrovillas y Valencia de Alcántara, el cerro de San Cristóbal de Logrosán y otros varios, en mayores extensiones constituye el granito un suelo ligeramente ondulado y aun formando dilatadas planicies, como las de los Pedroches de Córdoba.

Tal vez consista en las menores diferencias de nivel y en la mayor sequedad de su clima el que todavía sean más escasas de agua las manchas bético-extremeñas que las anteriormente enumeradas, á lo que se agrega también, y al mismo fin contribuye, que sea mayor en ella que en las ya descritas el predominio de las zonas y lugares en que se encuentra desagregado ó muy poco coherente. En varios kilómetros cuadrados de casi todas las manchas está cubierto á trechos irregulares de una capa cuarzo-feldespática y micáfera de más ó menos espesor, pero siempre muy pequeño, con la apariencia de manchitas cuaternarias, generalmente secas y de escasa vegetación. Pero en los puntos donde la desagregación del granito avanzó hasta convertirse en tierras arcillo-arenosas, algo califeras, y puede encerrarse alguna humedad, adquieren las plantas un vigor y lozanía incomparablemente mayores que los de las otras manchas situadas en climas mucho más frios.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Alineadas en su conjunto con el citado rumbo de NO. á SE., hay en este grupo dos series de manchas: una que cruza sucesivamente las provincias de Cáceres, Badajoz, Córdoba y Jaén; otra situada más al SO. que interesa á las provincias de Badajoz, Córdoba, Sevilla y Huelva. En esta última se nota una desviación á Levante de las filas de rocas hipogénicas, con las tendencias á cerrar este polígono ajustado al perímetro de la Península de que hablamos al principio de este capítulo.

Mancha de Cuesta Araya.—Designada así por el saliente más notable que hay en su centro entre el Tajo y su afluente el Salor, esta mancha, que no mide menos de 1200 kilómetros cuadrados, comienza en una punta aguda en los confines de Portugal, al pie de Salvaterra do Extremo, y casi toda está enclavada en la provincia de Cáceres, á corta distancia de cuya capital se halla su remate meridional.

Su límite septentrional pasa al S. de Zarza la Mayor, Ceclavín y Acehuche; cruza el Tajo junto á la barca de Garrovillas, desde cuya población sigue á Casar y al Calerizo de Cáceres. Su límite opuesto del SO. pasa la frontera en el río Eljas al pie de Piedras Albas, de donde se dirige á la unión del Alagón y el Tajo entre Alcántara y la Mata; rodea en Villa del Rey, Brozas y Arroyo del Puerco la citada Cuesta Araya, y pasado Malpartida, termina en las Casas de Segura, situadas entre Cáceres y la sierra de San Pedro.

Manchas pequeñas inmediatas á la anterior.—Pasada una estrecha interposición de pizarras cambrianas, sobre las llanuras de esta formación que la rodean, se levanta con 300 á 400 metros de altura la sierra de Montánchez, cuya villa y la de Albalá están en la mancha granítica que la constituye, con una extensión de 280 kilómetros cuadrados, limitada al N. por el Salor, cerca de Torreorgaz; al E. por Torremocha, Valdefuentes y Valdemorales; al S. por Arroyomolinos y Alcuéscar, y á Poniente por el ferrocarril de Cáceres á Mérida desde Alcuéscar hasta las Casas de las Herguijuelas, pasando por las de Don Antonio y Aldea del Cano.

Otra fajita estrecha del cambriano separa la manchita de Montánchez de la de Miajadas, alineada también en la prolongación de la de Cuesta Araya. Por el S. limita á la de Miajadas una mancha cuaternaria en los confines de Cáceres y Badajoz, penetrando en esta última provincia una pequeña parte de su extensión, que llega á 192 kilómetros cuadrados. En los demás rumbos la limita el citado cambriano.

Trujillo está en el centro de una manchita enclavada en el cambriano, limitada al SO. por el Magasca y al NE. por el arroyo Marrinejos. Su extensión se reduce á 80 kilómetros cuadrados.

A 30 escasos llega otra comprendida entre Plasenzuela y La Cumbre, que termina al S. de Casillas y Los Guijos; y mucho más pequeña, pues apenas llega á seis, hay otra al SO. de Benquerencia y O. de Salvatierra de Santiago.

Conquista y Santa Cruz de la Sierra en sus confines del N., el Puerto de Santa Cruz y Villamesías al O., se hallan enclavados en

otra mancha mayor que las anteriores (200 kilómetros cuadrados) que por Levante se acerca á dos kilómetros de Zorita y Alcollarín, acercándose por el S. al Escurial y Miajadas, y alzándose entre 300 y 400 metros sobre los llanos cambrianos que la rodean.

Mancha de Portalegre (Portugal) é inmediatas.—La ciudad de Portalegre se halla en una mancha granítica de considerable extensión, en su mayor parte enclavada en el vecino reino, limitada al N. y S. por el cambriano, á Poniente por el terciario y al E. por el siluriano principalmente. Por el NE. avanza de ella una prolongación que cruza el Sever al pie de la sierra de Jola y acaba en punta junto á San Vicente de Alcántara. Su mayor ancho en España existe entre Casillas y Valencia de Alcántara, desde cuya población hasta entrar en Portugal el límite N. de tal apéndice sigue á corta distancia del ferrocarril del Tajo. Su extensión superficial alcanza 124 kilómetros.

Son en gran número los asomos porfídicos y graníticos y las manchitas que hay inmediatos á la de Portalegre, tanto en tierra portuguesa como en nuestra Extremadura. La principal manchita anexa por el lado de España es la de Alburquerque, alargada de NO. á SE., desde muy cerca de San Vicente de Alcántara hasta corta distancia al S. del castillo de Zagala. Al S. del mismo Alburquerque, al SO. de Villar del Rey, cruzada por el Botoa, entre Villar del Rey y La Roca, en torno de este pueblo y de la Puebla de Obando, en varios sitios de la sierra de San Pedro, mucho más alejadas tocando á Badajoz, se diseminan otras muchas de exiguas dimensiones, y todavía queda otra alargada en fajita muy estrecha por la sierra de Santiago de Carbajo, equidistante de la mancha de Portalegre y de la Cuesta Araya. En total miden aproximadamente unos 290 kilómetros.

Mancha de Mérida y anexas.—Al N. de la ciudad de Mérida, rodeada en sitios de cuaternario y en otros de siluriano, hay otra mancha importante, casi toda á la derecha del Guadiana, cuyo río la atraviesa en su extremo SO. entre la Garrovilla y Mérida y la toca junto á Valverde. Entre Mérida y Carmonita la cruza el ferrocarril de Cáceres, y además de la citada ciudad se hallan edificados en ella los pueblos de Esparragalejo, Carrascalejo, Aljucén, Mirandilla, San

Pedro y Valverde de Mérida. Su extensión es de 230 kilómetros cuadrados.

Alrededor del último pueblo y de Mérida, en Don Alvaro, en torno de Alanje, Palomas, Oliva, Zarza Alanje, Villagonzalo y Cristina, hay numerosos asomos y manchitas graníticos y porfídicos, que con otros de Valle, Guareña y Valdetorres, relacionan esta mancha con la siguiente. En total, suman unos 80 kilómetros de extensión.

Mancha de La Serena y Los Pedroches.—Esta es la principal de todo el grupo, pues no mide menos de unos 2800 kilómetros cuadrados. En ella se sostiene la alineación predominante del grupo NO. á SE., con una ligera inflexión hacia Levante en tierra andaluza. Por comprender las importantes comarcas de La Serena en su parte septentrional, y de Los Pedroches en la meridional, justificaría el nombre de bético-extremeña que pudiéramos asignarle, si en conjunto no le prefiriésemos para todo el grupo.

Tiene la mancha su extremo NO. casi tocando al Guadiana, entre Villanueva de la Serena y Mérida, y el opuesto extremo SE. avanza hasta cerca de Bailén, dando vista al Guadalquivir. Está limitada en parte por el cambriano y en parte por el siluriano, sistemas paleozóicos tal vez muy imperfectamente deslindados todavía en ésta como en otras regiones de la Península.

En sus comienzos esta mancha importante es una estrecha fajita que desde Valdetorres se alinea al E. en dirección á La Haba, á partir de cuya villa ensancha hasta cerca de Castuera por la sierra de Magacela, La Guarda y Quintana de la Serena, limitada al NE. por el ferrocarril de Ciudad Real á Badajoz, que la atraviesa ó se halla muy próximo á ella, hasta Castuera. Al SO. de esta villa se dilata en una expansión redondeada que avanza por Malpartida de la Serena á Esparragosa, Zalamea y cerca de Higuera, y en cambio la faja principal se reduce á estrecha lengüeta de dos á tres kilómetros de ancho en una longitud de 10. Ya cerca de los confines de Andalucía vuelve á ensanchar gradualmente y cruza la provincia de Córdoba, entre Belalcázar é Hinojosa del Duque; entre El Viso y Alcaracejos, por Dos Torres, Añora, Pozoblanco, Pedroche, Villanueva, Conquista y gran

parte de los términos de Adamuz y Montoro, Ventas de Azuel, Cardeña y El Charco. En cuanto cruza el río de las Yeguas y penetra en la provincia de Jaén, se estrecha rápidamente por las viñas de Andújar, al N. de esta ciudad, para rematar en punta en Zocueca, no lejos de Bailén, á ocho kilómetros de la unión del Rumblar con el Guadalquivir.

El siluriano en Extremadura, y el cambriano en Andalucía, son las formaciones que le limitan.

Manchas anexas de la anterior.—Como anexas de la gran mancha anterior podemos considerar otras muchas graníticas y porfídicas, algunas reducidas á microscópicos asomos, varias próximas á aquéllas; pero otras aisladas á considerables distancias. Por el lado del NE. son muy numerosas las que aparecen, entre otras las que hay en Campanario, en Zarza la Capilla, en la estación de Almorchón, en Cabeza de Buey, á Poniente de Herrera del Duque, en el Horcajo, Ventillas, Solana del Pino y Mestanza, junto á Garlitos y Guadálmez, en torno de Almadén, Chillón y Almadenejos, Fontanosas y Abenojar.

Al E. de la principal son de notar, entre otras, las manchitas graníticas de Santa Elena, Linares, Vilches, Génave, La Puerta y Zocueca, en la provincia de Jaén; y por el lado del SO. existen varias de diferentes tamaños, porfídicas y graníticas, en Higuera y Monterrubio de la Serena, Puebla de la Reina y Retamal, en las inmediaciones de Adamuz y de Montoro.

Manchas del Castillo de las Guardas é inmediatas.—En el extenso territorio que comprende fracciones importantes de las provincias de Badajoz, Córdoba, Sevilla y Huelva, limitado al NE. por la gran faja de La Serena y Los Pedroches, al S. por el Guadalquivir y al O. por la frontera portuguesa, desde Olivenza á la desembocadura del Guadiana asoman á través ó se hallan en contacto de todas las formaciones geológicas allí existentes, millares de manchas y asomos hipogénicos cuya enumeración sería interminable. El estado de difusión ó dispersión de los granitos y pórfidos en tan dilatadas comarcas, es uno de los rasgos más característicos de la geología española y que más se prestan á prolijos y minuciosos detalles.

Entre las manchas más extensas deslindaremos en primer término la del Castillo de las Guardas, que tiene 430 kilómetros de extensión y está limitada al E. por la ribera del Biar, encajada en el trías desde el término de Almadén de la Plata hasta Cantillana; la rodea al SE. el mioceno de Cantillana, Valverde del Río y Burguillos, y al SO. el siluriano de Guillena, El Algarrobo y Castillo de las Guardas. Por N. y Poniente sus linderos son sumamente irregulares. Al N. penetra en ella el siluriano y el estrato-cristalino entre Almadén de la Plata y Castilblanco, y el siluriano en El Ronquillo, á partir de cuyo pueblo se reduce á una fajita muy prolongada á Poniente, que pasado Valdeflores invade la provincia de Huelva por La Granada y Campofrío, hasta rematar en punta en las minas de La Concepción.

Larga tarea sería enumerar el inmenso número de isleos hipogénicos que alrededor del macizo granítico del Castillo de las Guardas asoman entre las rocas sedimentarias antiguas de las provincias de Sevilla y Huelva. Los que en esta última existen fueron especial y minuciosamente señalados, descritos y clasificados por nuestro querido compañero el Sr. Gonzalo y Tarín, quien los agrupa en tres secciones, notándose que se alínean en conjunto y se alarga cada uno de por sí en sentido de E. á O. Predominando en unos los graníticos; abundando más en otros los porfídicos, y en otros los dioríticos y diabásicos, no hay término municipal de los distritos de Aracena y de Valverde del Camino en donde no se hallen tales isleos con mayor ó menor profusión, y de un modo general podemos decir que toda la mitad septentrional de la provincia se halla acribillada de tales rocas. Al tratar de las variedades de rocas hipogénicas de este grupo, fijaremos ordenadamente la situación geográfica de este inmenso número de manchitas.

En el extenso territorio que media entre la gran faja de La Serena y Los Pedroches al NE., el Guadalquivir al S., y la frontera de Portugal desde Olivenza á la desembocadura del Guadiana, hay millares de manchas hipogénicas cuya enumeración no podemos hacer más que de un modo sucinto.

Manchas de Olivenza.—Pequeñas son las que existen en el distri-

to de Olivenza, al N. de esta ciudad, y en los términos de San Jorge, Valverde de Leganés, Cheles, Alconchel, Almendral, Torre de Miguel, Sesmero, Barcarrota y Santa María. Encajan casi todas en el cambriano y algunas tocan al mioceno y al estrato-cristalino. En total, apenas llegan á 100 kilómetros cuadrados de extensión superficial.

Manchas de Valencia del Ventoso é inmediatas.—Al N. y al E. de la mancha del Castillo de las Guardas hay otras muchas, de tres de las cuales haremos especial mención, enumerando las restantes de un modo sucinto. La de Valencia del Ventoso, llamada así por hallarse en su centro este pueblo, comienza en su extremo occidental por una estrecha fajita, entre Fregenal de la Sierra y Jerez de los Caballeros, encajada por el N. en el estrato-cristalino hasta Atalaya, acabando su límite septentrional en Medina de las Torres, cercada por el cambriano. En contacto de éste siguen sus confines del L., por cerca de Calzadillas de los Barros y Fuente de Cantos; tocan al SE. otra vez en el estrato-cristalino con una prolongación alargada hasta Calera de León, cercada del cambriano, por el que continúa su límite meridional hasta las inmediaciones de Fregenal. Entre ésta y Medina de las Torres la cruza el ferrocarril de Zafra, y la extensión superficial de toda la mancha es de 222 kilómetros cuadrados.

En torno de esta mancha, entre Jerez de los Caballeros y Fregenal de la Sierra, encajan en el estrato-cristalino diversos asomos en los términos de ambas y en los de Zahinos, Oliva de Jerez, Burguillos, Valverde de Burguillos, etc. La extensión superficial de todos ellos es de unos 120 kilómetros cuadrados, cerca de la mitad de los cuales se hallan en el primer término citado.

Mancha de Santa Olalla.—La mencionamos, no por su extensión, que es reducida, sino por la curiosa circunstancia de coincidir su centro con el mojón común de las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla. En esta última se extiende entre el siluriano, desde Real de la Jara hasta cerca de Almadén de la Plata; en la de Huelva se comprende entre Santa Olalla y Cala, con un apéndice al NO. cercado de cambriano que de Cala llega á Arroyo Molinos de León; y en la

de Badajoz se encuentra desde la venta del Culebrón, al S. de Monasterio, hasta dicho mojón de las tres provincias. Su extensión superficial es de 144 kilómetros cuadrados.

Manchitas de Llerena.—En torno de Llerena hay gran número de manchitas, la mayor de las cuales, al E. de la ciudad, está comprendida entre Casas de Reina de una parte, Ahillones y Valverde de otra, cruzándola en su mitad septentrional el arroyo Carbacha. Mide 90 kilómetros cuadrados, y tiene inmediatas otras varias en casi todos los términos municipales del mismo distrito, que en total casi miden otro tanto de superficie.

Manchitas del Pedroso é inmediatas.—El ferrocarril de Sevilla á Mérida cruza en 15 kilómetros, desde Villanueva de las Minas al Pedroso, una manchita alargada de N. á S., casi toda á Poniente de esa vía y con su remate septentrional á corta distancia de Cazalla de la Sierra. Encaja parte en el estrato-cristalino y parte entre el siluriano, acercándose mucho en el extremo meridional á la cuenquecita hullera de Villanueva del Río, y mide 136 kilómetros cuadrados.

Inmediatas á esa mancha existen otras muchas por las sierras que se alzan sobre la derecha del Guadalquivir, entre la ribera del Biar y el río Retortillo, que separa Córdoba de Sevilla, alrededor de Peñaflor, Puebla de los Infantes, Lora del Río, El Pedroso, Cazalla de la Sierra, Constantina, Las Navas, San Nicolás, Alanís, Guadalcanal, Almadén de la Plata, en una palabra, de todos los pueblos del distrito de Cazalla y de los que corresponden por la Sierra á Lora del Río. Entre todas ellas suman unos 75 kilómetros cuadrados.

Mancha de Villaviciosa é inmediatas.—Limitada al N. por el estrato-cristalino, y en los demás rumbos por el cambriano, entre Villanueva del Rey y el Guadiato, en la parte que este río toca las vertientes septentrionales de la Sierra de Córdoba, existe una mancha de 200 kilómetros cuadrados, que comprende gran parte del término de Villaviciosa, y se muestra por una fracción de la despoblada y seca Sierra de los Santos. Más al NO. hay una de 30 kilómetros cuadrados que se aproxima á Fuente Ovejuna por los términos de Ojuelos, Cañada del Gamo, Coronada, Argallón y Piconcillo, casi toda enclava-

da en el estrato-cristalino. Intermedias entre ellas hay otras varias que por su pequeñez no están figuradas, y, por fin, hay otras porfídicas al NO. de Posadas y NE. de Hornachuelos, sobre la izquierda del Banbezar.

COMPOSICIÓN.

Por lo que hace á su composición, pocas diferencias hay entre el granito de este grupo y los restantes. Tal vez sea, en general, más feldespático y menos cuarzoso; raras veces tiene una sola mica, y mezclada con la ortosa, que es más tenaz, más pura, de colores más vivos y más resistente á la descomposición, se halla la oligoclasa, terrosa ó descompuesta, amarillenta, parduzca ó rojiza.

Aunque en varios sitios domina una coloración uniforme gris azulada ó amarillenta clara, con más frecuencia que en los tres grupos anteriores, y análogamente á lo observado en el del litoral de Cataluña, toma colores rojizos debidos á la abundancia de los hidróxidos de hierro que le tiñen, procedentes de la descomposición de las piritas encerradas antiguamente en su seno.

Del estudio microscópico hecho por el Sr. Mac-Pherson en varios ejemplares de granito común de esta parte de España, resultan los datos siguientes: Tiene dos feldespatos: la ortosa de contornos cuadrangulares con más frecuencia, á veces exagonales y con más rareza en cristales adosados según la ley de Carlsbad; en algunos se observa un fajeado persistente debido tal vez á la intercalación de láminas de albita. Los cristales de plagioclasa suelen ser menores y de constitución polisintética. Es la mica de colores muy obscuros, formada de muchas placas exagonales adosadas por la pinacoide básica, destacándose de ella, con frecuencia, hebras ó filamentos que penetran retorcidos en el cuarzo. Este no suele guardar regularidad en sus contornos; contiene inclusiones líquidas y gaseosas, las primeras con burbujas, ya de movimiento rápido, ya en extremo lento ó nulo. Las cavidades con líquidos dobles sólo se han observado en un granito de Malcocinado y en otro del Real de la Jara. Además de

esas inclusiones, hay otras de origen posterior que consisten en dendritas ferruginosas. La apatita abunda en cristalitos empotrados en la mica.

Aunque el hecho es general en todas partes, en ningún otro grupo hipogénico se observan mejor, sobre todo en las montañas de Huelva y Sevilla, los infinitos tránsitos que hay entre las rocas graníticas y las porfídicas derivadas indudablemente de las primeras, formando todas una serie en que es imposible encontrar soluciones de continuidad.

Entre Santa Eufemia y El Viso, el Sr. Mac-Pherson ha observado los curiosos cambios moleculares del granito y de las pizarras en que se presenta. Fragmentos de estas últimas han sido convertidos ya en gneis, ya en granito mismo, por procedimientos generales explicados al principio de este capítulo.

Granito rojo.—Entre los sitios donde el granito rojo es notable por su bello aspecto, debemos citar las cercanías de Venta Quemada, á orillas del Parroso, cerro del Hornillo, Cañada de la Mujer (Sevilla). Examinados al microscopio, se ve que la ortosa domina casi en absoluto, pues apenas se perciben cristales de plagioclasa, y aunque á veces muy diáfanos y puros los de aquella, casi siempre carecen de brillo por las impurezas ferruginosas á que deben la coloración. La mica tiende á descomponerse en un producto verde claro, sin duda variedad de la clorita. Casi siempre es magnesiana de colores obscuros, aunque se muestran señales también de la muscovita. El cuarzo es muy abundante y contiene extraordinaria cantidad de inclusiones líquidas.

Granito fajeado y gneísico.—Entre Montánchez y Valdefuentes al N. de Conquista y Venta de Cardeña.

Granito muy cuarzoso.—El cuarzo entra en más de la mitad de la roca entre Zorita y Conquista, Valencia de Alcántara, Alburquerque, etc.

Granito porfiroide.—Trujillo, Montánchez, Albalá, Cerro de San Cristóbal de Logrosán, entre Garrovillas y Mata de Alcántara; entre Ceclavin y el Tajo, Cuesta Araya, Arroyo del Puerco, Malpartida de

Cáceres, Alburquerque, Valencia y San Vicente de Alcántara y otras localidades extremeñas, Cortegana, Viso de Córdoba, Hinojosa, Belalcázar, Conquista, Villanueva de Córdoba, Andújar, Bailén, Baños, La Puerta, Puente de Genave, Fontanosas.

Granito fino-granudo.—Navas del Madroño, Arroyo del Puerco, Malpartida, Valencia de Alcántara, Alburquerque, Trujillo, Miajadas, cerro de San Cristóbal de Logrosán y otras muchas localidades extremeñas; Cortegana y otras varias localidades onubenses.

Micro-granito.—Uno de los más bellos ejemplos de micro-granito de esta región existe en el cerro de la Cabeza, al N. de Marmolejo. Está constituído por una pasta violada clara en que se distinguen numerosos cristalitos de feldespato, pequeñas partículas de mica y abundantes fragmentos de cuarzo. En esta pasta, groseramente homogénea, se hallan envueltos numerosos cristales de feldespato. Examinada la roca al microscopio por el Sr. Mac-Pherson [1], se nota que de los bordes del feldespato se disgregan filamentos y partículas para incorporarse á la pasta, arrastrando á ésta algunos elementos micáceos, siendo uno de tantos ejemplos en que se demuestra el enlace íntimo que hay entre los granitos y los pórfidos.

Por el término de Cazalla de la Sierra, principalmente en la Ribera de Benalija, abunda el micro-granito alternando con pizarras y areniscas ferruginosas.

Leptinita.—Entre el sienito de La Granada es notable una variedad anfibólica. Abunda en los Canchos de Hierro de Miajadas y en Conquista.

Eurita.—Asociada á los pórfidos de El Cerro y de otras varias localidades de Huelva.

Pegmatita.—Cerro de San Cristóbal de Logrosán, Cortegana, Conquista, Doña Rama, etc.

Pórfido cuarcífero.—Es muy notable el que hay cerca de Mata de Alcántara, entre el arroyo Rejuna y el cancho de Valdeyuso, pues en la pasta eurítica la mica apenas se distingue á simple vista re-

(1) *Rocas graníticas y porfídicas; An. Soc. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 151.

partida entre los cristales de ortosa, acompañados con irregularidad de granos de cuarzo. Finas agujas de anfibol salpican la masa en forma de estrellas. Siguiendo hacia Mata, el pórfido pasa gradualmente á granito porfiroide, éste á granito de grano grueso y éste al de grano mediano, uno de tantos ejemplos de los tránsitos de unas á otras rocas hipogénicas, cuyos diversos nombres específicos no son más que artificiosas designaciones, á veces con poco acierto elegidas. Se encuentran pórfidos cuarcíferos al S. de Almoharin y otras localidades extremeñas insuficientemente exploradas.

El pórfido cuarcífero de textura micro-pegmatítica asoma entre Almadén y Almadenejos con aspecto de diorita. Predomina en él la ortosa que, según el Sr. Quiroga [1], encierra inclusiones fluidas, burbujas móviles é infinidad de cristalillos de cuarzo, aparte del que existe fuera del feldespato, formado en distinto momento. Es dudoso que exista la oligoclasa; pero abunda la apatita en largas agujas, hallándose además la biotita, la titanita y tal vez el augito. Agrega el Sr. Calderón que es notable además su desarrollo micropegmático, debido á sus cristalillos de cuarzo dispuestos en series paralelas en el interior del feldespato.

Se encuentran también pórfidos cuarcíferos en Fontanosas, Casas del Castillo de Almadenejos, Dehesilla del Campo, Guadalperal, Dehesa del Castañar y Cristo del Valle, siendo muy micáceos los de las últimas cuatro localidades.

Abundantísimos en cuarzo, lleno de inclusiones de apatita, son los pórfidos de Agudo, cerca del Puerto del Ciervo, y los de Garlitos, confundidos antes con los melafiros.

Atraviesan el granito en su parte oriental varios pórfidos cuarzosos, junto á la charca de Zalamea de la Serena, dirigidos de E. á O., y son muy caracterizados los conocidos con el nombre de Los Dos Hijuelos.

Abundan los pórfidos cuarzosos entre el granito de la provincia de Córdoba, de los cuales citaremos los que hay con cristales de pi-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo X, pág. 167.

rita de hierro entre El Viso y Alcaracejos y otro de las cercanías de Santa Eufemia, notable por la segmentación irregular de su feldespato, cuyos cristales, aparte de su fragmentación por los planos de crucero, están penetrados en su centro por el magma ó pasta que les envuelve, y deshechos en numerosos grupos opacos entre la substancia cripto-cristalina, con tendencia á la textura radiada. Un fenómeno de segmentación del cuarzo, parecido al de esos feldespatos, se observa en otro pórfido del Viso, que tiene cristales de aquel recortados por el magma, del cual se inyectan hilos por sus esquinas; y estos hilos, penetrando en el interior del cristal, reproducen sus aristas regulares. Se hallan también pórfidos análogos al S. de Villanueva de Córdoba, al NE. de Fuente-Ovejuna, entre Argallón y Ojuelos, en el arroyo Lagartero de Bélmez, etc.

Entre las areniscas y arcillas rojas del trías de Arquillos hay otros islotitos de pórfido cuarcífero.

Uno de los pórfidos cuarcíferos más curiosos de este grupo abunda en la sierra de los Santos, al O. de Espiel, con los siguientes caracteres: en una pasta homogénea de color rojo ladrillo hay algo de cuarzo y numerosos cristales de feldespato manchados de verde por la epidota. Examinada la roca al microscopio, ha observado el señor Mac-Pherson [1] que casi todos esos cristales están penetrados de fragmentos de distintos tamaños de epidota hasta punto tal, que á veces la totalidad de la substancia feldespática fué reemplazada por este mineral, que se presenta en sitios con las maclas de Carlsbad. Ejemplares hay en que, con tales pseudomorfosis, la roca se compone únicamente de cuarzo y de epidota. Para llegar á este extremo, no solamente la cal reemplazó toda la potasa y la sosa del feldespato, sino que variaron por completo las proporciones cuantitativas de la sílice, y en tal caso fuerza es admitir una serie de movimientos moleculares en el seno de la masa pétrea con transportes al exterior de cierta cantidad de materiales sobrantes. Un ejemplo como éste

(1) *Mouvements moléculaires dans les roches solides: Bull. de la Soc. belge de Géologie*, tomo IV, pág. 275.

basta para demostrar con cuánta prudencia debemos marchar para descubrir el verdadero origen de las rocas hipogénicas.

«En estos pórfidos de Sierra Morena, agrega el mismo geólogo, las alteraciones ocurrieron en tan amplia escala, y tan borrados se encuentran los límites extremos de estas alteraciones, que si nos tropezásemos con rocas exclusivamente formadas de cuarzo y de epidota semejantes á la descrita, pero en las cuales hubiesen desaparecido todas las trazas de los pasos intermedios, nos sería muy difícil descubrir su verdadero origen, y sólo por analogía podríamos afirmar que tales rocas son simplemente productos secundarios y no primarios.»

Los de la provincia de Sevilla han sido muy especial y cuidadosamente estudiados por el mismo Sr. Mac-Pherson [1], quien considera en ellos diversas variedades con arreglo á la textura y á la composición. Los granitoideos abundan en El Ronquillo, Castillo de las Guardas, Gerena y otras muchas localidades. Los granitoideos micáceos existen principalmente entre el Huesna y el Biar y en las cercanías de Navalostrillos, donde vienen á ser agregados de cristalillos de feldespato y granos de cuarzo de tan débil coherencia que se deshacen entre los dedos. Los pórfidos pegmatoideos cloríticos se encuentran entre El Garrobo, Castilblanco, El Ronquillo y Almadén de la Plata. Las variedades epidotíferas adquieren su mayor desarrollo entre Cantillana y Castilblanco, á la derecha del Biar, habiéndolas también en el Castillo de las Guardas, donde pasan á una pistacita. Al NO. del citado Cantillana, asociados á los anteriores, hay otros de estructura micro-pegmatoidea. Los de textura cripto-cristalina, con remanente de feldespato, se hallan entre La Atalaya y Almadén de la Plata; y otras variedades del mismo grupo, con ó sin residuo vítreo, asoman en la Sierra del Cañuelo, Huerto del Cid y Castillo de las Guardas.

Examinado al microscopio, entre otros, uno de la Higuera de

(1) *Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla: Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI, 1879.—*De las relaciones entre las rocas graníticas y porfíricas: An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo IX, 1880.

Aracena (Huelva), se observan las segmentaciones, no muy frecuentes, del cuarzo, uno de cuyos cristales está penetrado por el magma que se bifurca, destacando trozos de aquel de forma exagonal. En la misma localidad, sin embargo, abundan los ejemplares en que la corrosión del cuarzo se verifica, como es lo general, de un modo sumamente irregular, sin dejar rastro de forma cristalizada.

En otros varios pórfidos de la misma región se ven todas las modificaciones de los cristales envueltos en la pasta micro-cristalina, dependientes de los diferentes estados en que la sílice se encuentra; y mientras unas veces [1] se notan concreciones cuyo centro es un cristal de feldespato ó un trozo de cuarzo formando alrededor curiosos festones, otras, por el contrario, los cristalillos de feldespato han sido arrastrados á la pasta concrecionada, amoldándose á sus agrupaciones esferoidales.

Se observan efectos de concreción sumamente curiosos en un pórfido micro-granítico de los Pedroches. Alrededor de algunos cristales grandes de ortosa se distingue un festón de filamentos opacos de su misma substancia, que tomando al cristal como centro, se abren en forma de abanico. Examinadas estas concreciones con la luz polarizada, se las ve producidas por masas siliceas que, al individualizarse entre la turbia substancia feldespática, la arrastra y la ordena en forma groseramente estelar.

En otros pórfidos de la misma localidad se percibe también la regeneración individual de sus elementos cristalinos después de haber sido disgregados ó segmentados.

En muchos pórfidos de Sierra Morena se observan en el cuarzo numerosas inclusiones diexaédricas, ya solas, ya con otras redondas, unas y otras con microlitos ó sin ellos. Según opina M. Boscha [2], esta diversidad de inclusiones se debe á una serie de cambios alternados de temperatura durante la solidificación de la roca. Tratando de ellas el Sr. Mac-Pherson, dice que ciertas cavidades de cuarzo

(1) Sr. Mac-Pherson, *An. Soc. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 157.
(2) *Remarques sur les inclusions de certains quartz des porphyres.*

presentan á menudo la particularidad de ser moldes negativos de la forma cristalina de esta substancia, siendo muy irregular la repartición de tales inclusiones. «Así, por ejemplo, agrega [1], se ve que en algunas de las placas de cuarzo que existen entre los bordes de los fragmentos de feldespato que han sido atravesados por las vetillas de materia silícea, según la dirección de cualquiera de las caras del crucero, las inclusiones tienden á alinearse paralelamente á la misma dirección, cual si el movimiento molecular que se iniciaba por la línea de menor resistencia que el feldespato ofrecia á la infiltración del magma silíceo, se hubiese conservado por algún tiempo fuera ya de su acción directa.»

Por su parte el Sr. Calderón [2] hace notar que en el cuarzo globular de los pórfidos granitoideos micáceos son muy raras las inclusiones provistas de burbujas, al paso que en las grandes placas de cuarzo de estructura globular abundan mucho acompañadas de apatita. Nótese también que el cuarzo empastado en los pórfidos feldespáticos de Sierra Morena, consiste principalmente en restos de cristales preexistentes á las reacciones por las cuales se formó la roca.

Según M. Boscha, si en un cuarzo porfídico se hallaba una inclusión de contorno indefinido, vítrea ó de otra substancia que pudiera disolver el cuarzo al fundirse, la forma de la materia incluida tendría que cambiar por no ser igual la solubilidad en las diferentes direcciones. Si ésta se encontrara en su mínimo normalmente á las caras del romboedro, la materia incluida adquiriría una forma próxima al diexaedro. Por efecto del enfriamiento, el cuarzo comenzaría á cristalizar regularmente, completando el cristal rodeado. Pero probablemente el cristal negativo continuaría tomando una forma regular, pues justamente en los ángulos nuevamente constituídos se depositará el mínimo de materia soluble por unidad de superficie.

En la provincia de Huelva los pórfidos cuarcíferos forman fajas

(1) *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla: Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI.

(2) *Notas mineralógicas: An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XXIII, pág. 27.

sumamente alargadas; son bastante raros en el estrato-cristalino y en el cambriano, pero abundan extraordinariamente en el siluriano y en el culm asociados á los criaderos metalíferos.

El de la Aldea de Corterrangel es notable por su compacidad y sus colores verde y negro bellamente combinados; el de Arroyo Molinos es rojo y de menudos elementos, con granos de magnetita; el de Cala, verde con gruesos cristales de feldespato; verdes y morados los de Cabezas Rubias, El Cerro y Santa Bárbara; parduzcos, verdosos y negros muy compactos ó de finos elementos al N. de Patrás, al NO. de La Juliana, minas de Poyatos y San Telmo, Cabezas del Toro de Cortegana, sierras del Padre Caro, Cecimbre y de La Navarra, y abundan en clorita y carbonato de cal los de las sierras del Venero y del Gandú.

En Río Tinto hay diversos y curiosos tránsitos entre los pórfidos cuarcíferos y las porfiritas diabásicas ó diabasitas, que actualmente se estudian con todo escrúpulo por nuestro compañero señor Gonzalo y Tarín, al propio tiempo que otros varios pórfidos muy variados de coloración, textura y elementos accidentales, recogidos al S. de Santa Olalla, al pie de la sierra de Zufre, en las márgenes del Chanza, en Los Membrillos, La Contienda, Calañas, Valverde del Camino, Villalba del Alcor, El Alosno, Higuera de Aracena, minas del Lagunazo, La Puebla, Las Delgadas, Monte Sorromero, entre el Berrocal y el río Odiel, sierras del Almendro, de los Castillejos, de Abejú, Catalina y Cucharera, etc.

En las sierras del Almendro y Villanueva de los Castillejos y al N. de la aldea de Las Chinas los hay de colores claros, generalmente verdosos, de pasta felsítica ó petrosilícea.

Argilofiros.—El Cerro, sierra Abejú, cumbres del Pozuelo, Corral Alto, Asperón, Los Rubios y otras localidades onubenses.

Pórfido feldespático.—Antiguamente se clasificaron de hiperitas los pórfidos amarillentos del Puerto del Ciervo, cerca de Chillón, en cuya pasta predomina el feldespato, muy pobres en cuarzo y con trazas de hiperstena y dialaga.

Otro pórfido gris rojizo y cavernoso, clasificado indebidamente por

varios geólogos de leucostita, abunda en Montejicar y varios sitios del Valle de Alcudia, en las Casas del Castillo de Almadenejos y en la mina del Horcajo; y examinado al microscopio por el Sr. Quiroga, resulta compuesto de ortosa dominante, algunas hojuelas de oligoclasa y labradorita, biotita, hematites y una substancia clorítica verdosa en masas fibrosas irregulares.

Los pórfidos que en la dehesa boyal de Zalamea de la Serena atraviesan al granito son azulados obscuros, con poca mica magnesiana descompuesta, y muy pobres en cuarzo, que es de origen secundario.

En la provincia de Sevilla abundan principalmente en la parte occidental confinante con Huelva, donde penetran, presentándose las variedades más curiosas cerca del Puerto de los Ladrones. Allí los hay de pasta rojo-violada con cristales de feldespato verdoso, granillos de cuarzo y cristalitos casi negros de un mineral cloritico; otros, de pasta violada con grandes cristales de ortosa de color de carne y sin brillo; en otros se observan en los cristales de cuarzo inyecciones del magma porfídico, ya en esferas, ya en espiral; y esta última circunstancia se ofrece también en los pórfidos de la Higuera de Aracena. En el Castillo de las Guardas hay una variedad roja con numerosos granos cuarzosos.

A este grupo deben agregarse también diversos pórfidos asociados á otras rocas hipogénicas en Calañas, Valverde del Camino, Linares, Patrás, Las Delgadas, al S. de Santa Olalla, minas de Poyatos y San Telmo, sierras de Cecimbre, del Almendro y Villanueva de los Castillejos, Monte Sorronero y otros parajes de la provincia de Huelva. El de la mina Cruzadilla y Cerro de San Telmo es escaso en cuarzo, y su pasta aparece salpicada de un polvo tenuísimo, negro y opaco, tal vez de magnetita.

Sienito.—El mayor desarrollo de esta roca en la provincia de Sevilla se halla en el espacio que media entre la Venta del Alto, el Garrobo, el Castillo de las Guardas y las Ventas de la Pajanosa, constituyendo principalmente las incultas lomas que allí existen. Por regla general es de grano fino, de feldespato blanco en cristales pequeños, á veces con un ligero matiz rosado, y de anfibol con cristales

mayores, á veces de gran tamaño, negros y brillantes. Examinados al microscopio, presentan invariablemente la textura granitoidea. En un ejemplar de la Media Fanega, que puede servir de tipo, los grandes cristales de ortosa alternan con otros pequeños de plagioclasa y abundantes fragmentos de anfibol, distinguiéndose apenas alguna partícula muy diminuta de cuarzo. Examinados al microscopio, se observan láminas de albita intercaladas en la ortosa, según la dirección de los pinacoides. En la ortosa son raras las inclusiones, y cuando existen, corresponden, sin duda, á una materia sólida. Con más frecuencia se notan en ella agujitas muy alargadas, negras ó de color de castaña, que suelen alinearse en dos direcciones cruzadas en ángulo recto. El anfibol es verde botella de dicroísmo muy intenso. Unas veces diseminados en el feldespato y otras en el anfibol abundan los fragmentos de titanita y magnetita, y con mayor abundancia la apatita.

En el sienito de grano grueso que hay al SO. del Pedroso, los cristales de ortosa y de anfibol suelen pasar de un centímetro de largo. El anfibol es negro bronceado muy brillante, envolviendo en su masa otro fibroso y algunas partículas de epidota. Abundan la titanita y la magnetita, y en cambio es muy escasa la apatita.

Existen sienitos de grano grueso y porfiroide en el Castillo de las Guardas, Los Horullos, San Bartolomé, Santa Olallita, Argallón, bajada de Ovejo al Cuzna, Huertas del Entredicho, de Bélmez, Villaviciosa de Córdoba, Zarza la Mayor, Miajadas, Alburquerque, etc.

Asociada á los pórfidos cuarzosos, hay al N. de Cazalla otro sienito notable por su densidad (3,05), de textura granitoide, constituido por anfibol negro brillante y feldespato, ya de color de carne, ya teñido de verde por la epidota, que abunda en cristales de diverso tamaño. En el microscopio aparece turbio el feldespato, que debe ser ortosa; el anfibol con dicroismo muy intenso, y ambos encierran con extraordinaria abundancia cristales exagonales de apatita y cúbicos de magnetita, aparte de los óxidos de hierro y la clorita del anfibol.

En la Ribera de Benalija, del mismo término de Cazalla, se ofrece un sienito granitoide compuesto de cristales de ortosa blanca verdosa hasta de dos milímetros de largo, y de anfibol verde con mu-

chos puntos brillantes. Examinada al microscopio por los señores Calderón y del Río [1], se observa que el anfibol, muy dicróico, tiene un color verde azulado cuando está fresco, y rojizo cuando se halla alterado, adquiriendo una textura fibrosa. La titanita y el hierro titanífero y magnético abundan en inclusiones en el anfibol y diseminados en el feldespato, penetrado también de productos ferríferos. Hay además algo de cuarzo secundario y tal vez inclusiones de turmalina ó rutilo en la ortosa.

Con diversos grano y textura se encuentran sienitos entre el granito de Campofrío y La Granada; entre el estrato-cristalino de estos dos puntos; entre Almonaster y Cortegana, donde es micáfero; entre Cortegana y Aroche, donde hay una variedad tan fina que parece una arenisca; en Jabuquillo, La Nava, al N. de Costerrangel; entre el cambriano de Cala y Santa Olalla; entre el siluriano de Higuera de Aracena, La Nava y Jabuquillo y otras localidades onubenses.

Diorítas.—Tanto en el granito como atravesando las pizarras paleozóicas existen varios asomos dioríticos en la provincia de Cáceres, habiéndose notado en algunos la presencia de la piroxena, si bien el anfibol es predominante.

Casi todos los criaderos de fosforita en Zarza la Mayor están cruzados por diques y filones de diorita, cuya descomposición ha sido tan avanzada que se convirtió en tierra verde. También se reduce á tierra deleznable la diorita de otro asomo que hay á 2 kilómetros al N. de Zarza, junto á la frontera portuguesa; y algo más al NO., en el cerro de Los Bolos, es porfiroide y se desagrega en masas esferoidales. Así se observa también en otra manchita que hay al S. de cuesta Araya, hacia Arroyo del Puerco.

La mayor parte de los isleos se encuentran entre las pizarras muy cerca ó en contacto del granito, según se ve en la Charca de Ceclavín, donde es fino granuda, así como en Miajadas y á 6 kilómetros de Brozas en dirección á la Aliseda, en que está dispuesta en zonas con-

(1) *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 424.

céntricas. En el último término es donde con mayor abundancia y variedad de caracteres se presenta la diorita en esta provincia. Al S. del pueblo, en el fondo de Valdelayegua, hay una faja que se extiende en 1.500 metros de largo, con variables anchuras, intercalada entre pizarras y cuarcitas silurianas, siendo tenaz y granitoide en Piedra Quemada; finogranuda, divisible en fragmentos irregulares, en los cerros del Caracol y la Cabra, pasando á espilita en Las Torradas, y en brecha con las pizarras en la Solana del Muelle.

Próximos al anterior isleo hay otros más pequeños, como el de La Pulgosa en la carretera de Valencia de Alcántara, donde se desgasta en agujas y morrillos terminados en punta, en la encomienda de Araya, etc.

Tambien en las inmediaciones de Cañaveral hay otros isleos pequeños, tales como en la bajada al Tajo, donde la roca se reduce á tierras gris verdosas, deleznables, cerca de Arquillos, donde forma bolas esparcidas por el campo.

Aunque todos muy pequeños, hay muchos asomos por la sierra de San Pedro, en los confines de Cáceres y Badajoz, como se observa entre el puerto del Comendador y la Puebla de Obando, al NO. de este lugar, por varios sitios de la sierra Gorda, y á Poniente del castillo de Azagala.

Existen algunas dioritas en las cercanías de Almorchón; de Almadén sólo podemos citar la que hay al N. de la mina Concepción; y falta por comprobar si son dioritas ó diabasas varias rocas verdes que abundan entre el granito de la cañada del Gamo y otros puntos al S. de Fuente-Ovejuna.

En la margen izquierda del Biar y al NO. de Cantillana suelen hallarse repetidos y variados tránsitos entre las diabasas y las dioritas. Mejor caracterizadas están las de Puerto Blanco, en las cuales apenas hay trazas de piroxena, sean cristalinas ó compactas, conteniendo en cambio magnetita y hierro titanado, más ó menos descompuesto, no siendo rara también la epidota.

Las dioritas propiamente tales asoman entre el gneis en la provincia de Huelva; son granitoides en varios sitios de los términos de

Aroche y Almonaster, en los cuales, así como en el de Santa Ana, se encuentra la compacta, y asociada al granito tiene grandes cristales de anfibol entre Cortegana y Aroche, en cuyos dos términos también la hay estratiforme, intercalada en el gneis.

Epidiorita.—Asociada á los sienitos y gabros de la ribera de Benalija hay capas filones de epidiorita compacta, tenaz y densa, que pasa á veces á diabasa, á veces al gabro, observándose curiosas intrusiones. Una de esas vetas, que se tomarían por clorita á simple vista, consiste realmente en productos de la pasta que penetraron en estado fluido, fuertemente comprimidos entre las láminas de los grandes individuos porfídicos, á los cuales ha disgregado y contorneado. A la luz polarizada y con la lámina de cuarzo, cada una de las hojas de feldespato disociadas presenta un vivo color diverso del de las restantes, correspondiendo á bandas polisintéticas.

Según observaciones minuciosas de los Sres. Calderón y del Río [1], en la pasta gris obscura uniforme de esta roca abundan los cristales blanquecinos de lustre vítreo de plagioclasa, algunos hasta de un centímetro, aparte de otra serie de feldespatos apenas discernibles á simple vista. Al microscopio aparece un agregado de plagioclasa en cristales porfídicos, envueltos en una pasta que encierra abundante anfibol, cuarzo escaso, ilmenita, leucoxena, poca biotita, clorita, epidota y apatita como accesorios. El feldespato del magma parece una albita, una oligoclasa ó ambas á la vez; mas en su mayor parte se halla tan evolucionado que se tomaría por cuarzo sin un examen atento. Según el profesor Lossen, aparte de la plagioclasa primaria existe otro feldespato diáfano, de nueva formación, afectando la apariencia de trozos de cuarzo. Los cristales porfídicos grandes consisten en un labrador turbio, penetrado por la pasta, y con alguna inclusión de turmalina. El anfibol es una hornablenda fibrosa de distintos colores, con inclusiones escasas de biotita, y es secundaria y de procedencia evolutiva. Como residuo de la alteración del feldespato existe un poco de cuarzo, y hay además de los citados minera-

(1) *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 427.

les unos cristales incoloros, de extinciones longitudinales y fuerte pleocroísmo cromático que pudiera ser zoisita. También, aunque muy escasos, hay pequeños restos de augita perdidos entre las fibras de hornablenda, demostrando el origen diabásico de esta epidiorita, que se comprueba por su textura macro y microscópica y por la presencia casi exclusiva de ilmenita y de titanomorfita.

Kersantita.—En la provincia de Huelva asoma en pequeñísimos isleos entre el estrato-cristalino. La que hay al N. de Linares es cristalina, gris verdosa, muy dura, y otra parecida se halla en contacto de la caliza del Castillo de Aracena.

Porfiritas anfibólicas.—En las del Pedroso abundan los productos cloríticos y la magnetita, no siendo rara la piroxena, habiendo ejemplares formados en sus dos terceras partes por hematites roja dispuesta en una red entre la cual se descubren los demás elementos. En las cercanías de Navalostrillo se mezclan con el feldespato triclínico y el anfibol algo descompuesto, el cuarzo y la titanita; y otras variedades muy curiosas se encuentran en El Ronquillo, entre Argallón y Ojuelos, en la Cañada del Gamo y otras localidades de Córdoba, en Brozas, Cuesta Araya y otros sitios de Extremadura.

Diabasas.—Mucho más que las dioritas abundan las diabasas en las inmediaciones de Almadén, hallándose entre esta villa y Santa Eufemia, en Guadalperal, puerto del Ciervo, Almadenejos, Cabezas Rubias, etc. Las de la huerta de la Gorda son epidotíferas, y entre Almadén y Almadenejos generalmente amigdaloideas, debiendo considerarse como olivínicas ciertas variedades en las cuales existen algunos individuos porfídicos de olivino muy bien caracterizados por su forma y por sus evoluciones serpentínicas.

Por regla general, las diabasas de las cercanías de Almadén son muy duras y tienen sus cristales de labradorita de colores poco vivos, dispuestos en fajas, rodeados de clorita en parte mezclada con carbonato de cal y algo de hierro titanado más ó menos descompuesto. En la clorita se descubre la forma cristalina de la piroxena, y las partes en que se mezcla con el carbonato cálcico proceden, sin duda, de olivino descompuesto.

La diabasa del arroyo de Lápiz, junto al Corral de Caracuel, consta de oligoclasa en cristales blancos cruzados de clorita, la cual penetra las masas de augita negra, brillante á simple vista, amarillo-rosácea examinada al microscopio, y accidentalmente les acompañan la biotita, la magnetita, la calcita en masas irregulares, algo de hematites y agujas de apatita.

Entre las diabasas de las cercanías de Chillón, hay alguna variedad que forma tránsito al melafiro y contiene olivino serpentinizado en su interior y nefelina como producto secundario.

En la provincia de Sevilla constituye cerros enteros entre Cantillana y Castilblanco y forma grandes diques en el granito, el estrato-cristalino y el cambriano, desde las márgenes del Biar hasta los confines de la provincia de Córdoba, por la falda N. de la sierra del Cañuelo, Ribera de San Pedro, Majalimas, cercanías del Pedroso y Peñaflor.

Al S. de Alanís hay una variedad negra, que presenta analogías con los melafiros de Almadén. En su piroxena abundan las inclusiones, que probablemente son residuos de la primitiva masa vítrea, con productos serpentínicos y cloríticos, así como en el feldespato, que también envuelve magnetita y apatita.

Abundan entre el granito y el gneis de Argallón y Fuente-Ovejuna, en el cambriano de Los Blázquez, Cuenca, Valsequillo, al pie de Ovejo, entre el Puerto Calatraveño y el Guadalbarbo, entre Hornachuelos y Cabeza Redonda, al O. de San Calixto, y otras localidades cordobesas.

Asoman entre el estrato-cristalino de los términos de Zufre, Higuera, junto á Aracena y en el mismo Aracena; entre el cambriano de Cumbres y Encinasola y en las sierras del Álamo, Jabata, Moraleja y Pelada; entre el siluriano de la ribera de Huelva; entre el arroyo Gamonito, La Granada, Patrás, El Cerro, La Puebla, desde Villanueva de los Castillejos al Guadiana, en Zalamea, Berrocal, Calañas, Valverde y sierras de Tejada; entre el carbonífero de Zalamea, El Alosno, Calañas y aldeas inmediatas, y en el triásico del castillo de Ayamonte. Las de La Granada son notables porque los cristalillos de piroxena en agujas se agrupan estrellados en forma radial.

Por fin, se asocian en la misma provincia de Huelva á los pórfidos de la Sierra Cucharéra, del Cerro, del de Cabezas Rubias, Calañas, Valverde del Camino y de las minas de Río Tinto, Cueva de la Mora, Tharsis y Lagunazo.

Porfiritas diabásicas.—Según el Sr. Calderón [1], las diabasitas de las inmediaciones de Chillón ofrecen una fisonomía tan distinta de las verdaderas diabasas, que sin duda pertenecen á una erupción diferente, apareciendo entre los estratos de grauwacka siluriana, más bien que cortándolos en diques ó filones. Son compactas y pesadas, con tendencias á hendirse en tablas en unos sitios, y envuelven en otros varias concreciones irregulares ó esferoidales de la misma naturaleza, dándoles aspecto de espilitas. Atendiendo á su composición, se reducen á un agregado de microlitos de plagioclasa y augita envueltos en una pasta vítrea, con profusión de cristalitos de magnetita. Se observan también laminitas de hierro oligisto, riñones y vetas de espato calizo y clorita abundante.

Entre Almadén y Almadenejos hay otra porfirita en nódulos envueltos por vetas blancas de calcita; en las Casas del Castillo hay una variedad amigdaloide, y se encuentran también entre las Casas del Hato y las Minetas de Almadenejos, en la Dehesilla del Campo y junto al río Ojailén.

La del arroyo de la Parrilla, cerca de Posadilla, está muy impregnada de caliza espática; son casi terrosas las que asoman entre el cambriano de la sierra de Córdoba; se hallan también al O. de la Cañada del Gamo, entre Argallón y Fuente-Ovejuna, y abunda en serpentina la de Peñaladrones de Bélmez, que por su escasez casi absoluta de cuarzo podría pasar por un gabro ó un forellenstein.

Constituyen extensas masas al S. del Castillo de las Guardas, entre la sierra Chiclana y el Garrobo; forman grandes diques intercalados entre las pizarras de las ásperas laderas del Biar, al N. de Cantillana, entre las que hay desde Guadalcanal á Malcocinado; y en Peña-

(1) *Rocas eruptivas de Almadén: An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XIII, página 249, y *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo X, pág. 171.

flor se asocia á las diabasas de Cumbres de Enmedio, envolviendo su pasta nódulos de caliza con otros de delessita y granos de pirita de cobre. Por la desaparición de estos nódulos tiene aspecto de una escoria en la sierra del Alamo. Se hallan además con las diabasas de Zalamea, de las minas de la Zarza, Buitrón, Valverde y Calañas; entre los pórfidos que rasgan el siluriano de la Cueva de la Mora, acompañados de una toba ó brecha piroxénica (mimofiro); entre Higuera de Aracena y La Granada, en Patrás, Cortegana, El Campillo, al NE. de El Cerro, y otros muchos puntos de la provincia de Huelva.

Gabro.—En contacto con el sienito y la epidiorita de la Ribera de Benalija, término de Cazalla, hay una variedad granitoidea, cuya dialaga es fuertemente dicróica, mezclada con cristales de feldespato, anfibol, hierro magnético y clorita. Al exterior presenta formas redondeadas parecidas á las del granito.

El gabro, que está en contacto con la epidiorita, dicen los señores Calderón y del Río [1], presenta grandes cristales verdosos de feldespato, alternando con otros verde-obscuros de dialaga, salpicados de puntos brillantes de magnetita. La textura es claramente granitoide; y en sus secciones delgadas muestran fragmentos irregulares de dialaga dicróica que en algunos puntos está en contacto directo del anfibol, el cual se encuentra también, como elemento primitivo, esparcido en todo el feldespato. Este, algo descompuesto, es marcadamente polisintético y de cruceros bien perceptibles. Abunda el hierro magnético en la piroxena, así como la clorita, y se encuentran además la serpentina y finas agujas de apatita incluidas en el feldespato.

Eufótidas.—Entre las pizarras y calizas cambrianas asoma al S. de Cazalla una eufótida de singular belleza por sus anchas y brillantes placas de dialaga bronceada y sus grandes cristales de labradorita verde clara, con vetillas de epidota, partículas de pirita, hierro magnético y anfibol. En las cercanías del Ronquillo hay otra también de hermosa apariencia, por su dialaga verdosa con brillo metálico y

(1) *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 425.

cristalillos de labradorita blanca, mezclándose varios productos cloríticos, y con más escasez el anfibol y la magnetita. A orillas del Huesna, no lejos de la primera eufótida, hay otra en gran parte alterada ó descompuesta.

Se citan, además de Villaviciosa, la Alhondiguilla, márgenes del Guadiato y otros puntos de Córdoba.

Picrita.—A los pórfidos del Castillo de las Guardas corta un dique aislado de picrita verde con bastita, que al microscopio muestra una red de serpentina cuyas mallas rodean fragmentos de un mineral parecido á enstatita, pero más análogo á la piroxena por sus caracteres ópticos con inclusiones de magnetita. Hay además en la roca hilos finos verdosos de mica cromífera y trocitos parecidos á peridoto y anortita.

Melafiros.—Varios de los que asoman en pequeños isleos de las inmediaciones de Almadén, han sido objeto de minuciosos estudios micrográficos. En uno rojo-violeta del arroyo de Chillón, amigdaloide y con muchos granos ferruginosos, se ven numerosos microlitos feldespáticos y de hierro titanado, con celdillas rellenas de cuarzo y de calcita, irregularmente distribuídos; y varios de estos granos de cuarzo tienen inclusiones de burbuja móvil, presentando sus bordes convertidos en calcedonia. En otro ejemplar recogido entre Almadén y Almadenejos se notan cristalillos de clorita ferruginosa con venillas de cinabrio. Con frecuencia contienen nódulos de cuarzo agatiforme, cubiertos á veces por clorita, la cual, con su delessita, forma también nódulos aislados. Se asocian con ellos masas de jaspes de brillantes colores que encierran geodas con cristales de cuarzo. El Sr. Cortázar cree que la formación de los melafiros de Almadén es anterior al carbonífero. Se encuentran además en las cercanías de Garlitos, en Almodóvar, y entre Urda y los Cortijos de Malagón.

Anfibolita.—Cerca de la estación de Peñaflor corta la vía férrea una roca negruzca constituida por agujitas de hornablenda, que afectan cierta orientación en un magma cuarzoso, distinguiéndose además, con auxilio del microscopio, agrupaciones de titanita y magnetita, algo de biotita y con gran escasez cristalillos de plagioclasa.

Serpentinas.—Abundan las serpentinas en la sierra de Peñaflor, atravesando el estrato-cristalino y el cambriano. Proceden de la descomposición de gabros y diabasas de estructura ofítica, y son ricas en anortita, augita y hierro titanado; pobres, por el contrario, en peridota.

La transformación secundaria de la piroxena desarrolla fenómenos de mineralización; la mica negra, la epidota, la calcita, la clorita, pasan por epigénesis al elemento bisilicatado.

Entre los pórfidos del Castillo de las Guardas, alineado al NE., hay un gran dique de serpentina notable por el aislamiento en que se halla de otras rocas afines. Es verde muy obscura, de lustre craso, atacable por los ácidos, y en vez del peridoto que caracteriza las serpentinas de Ronda y otras localidades, envuelve fragmentos irregulares de una variedad de piroxena y hierro cromatado en hebras y filamentos, ó en tenue polvo diseminado en la roca.

ARTÍCULO VII.

GRUPO PENIBÉTICO.

Este grupo es el más pequeño de todos, teniendo su principal desarrollo en la provincia de Málaga y reducido á insignificantes asomos en las de Granada y Almería. Pero desde el punto de vista de su composición, ofrece diferencias muy notables respecto á los demás. Las rocas graníticas se reducen á isleos y manchitas de exiguas dimensiones; y en cambio las serpentínicas se manifiestan con excepcional desarrollo, especialmente en las vertientes meridionales de la serranía de Ronda, no lejos de las costas de Estepona y de Marbella.

En su *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*, Don José Mac-Pherson ha explicado con profusión de detalles las relaciones de estas manchas hipogénicas con los terrenos sedimentarios á las cuales causaron colosales dislocaciones, de las que hablaremos en

otros capítulos; y ante todo, debemos advertir que en este grupo hay rocas eruptivas de tan diversas edades como de variada composición. Las graníticas corresponden á las épocas paleozóicas más antiguas; las restantes son muy posteriores, y en especial las serpentínicas podrían entrar mejor en el capítulo siguiente; pues según las observaciones de dicho distinguidísimo geólogo, aparecieron estas rocas entre el final del jurásico y el comienzo del terciario.

Estas manchas serpentínicas se alzan á considerables alturas, constituyendo un país en extremo árido, seco, riscoso y desierto que, por la pobreza de su suelo, hace contraste muy notable con las fértiles vegas que hay á su pie, ya cerca de la costa, por el lado del S.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Málaga.

Manchitas y diques de las Chapas de Marbella.—Al SE. del cerro de la Cierva, atraviesa las micacitas y el gneis de las Chapas de Marbella un dique granítico que se prolonga en dos kilómetros de longitud; y hay otros pequeños asomos de muy pocas hectáreas de extensión en las laderas del río Fuengirola y entre las pizarras de cerca de Yunquera. En las inmediaciones de Istán asoman entre el gneis otros isleos más importantes por su composición que por sus dimensiones.

Mancha serpentínica de sierra Bermeja.—Desde el término de Casares al de Tolox, en las vertientes meridionales de la sierra Bermeja, al NO. de Estepona y de Marbella, se halla la principal mancha serpentínica, arrumbada al NE., rodeada casi del todo por el estrato-cristalino, menos en la Torrecilla de Tolox, que la toca el siluriano, y en las inmediaciones de Estepona, que la cerca el numulítico. Varios serrijones derivados de las sierras Bermeja y de Tolox, nombrados sierras Palmitera, Real del Duque, Parda, etc., cruzan esta mancha de NO. á SE., con profundas y riscosas escarpas, entre las cuales encajan los ríos del Padrón, del Castor, Guadalmazas,

Guadalmina, Guardaliza y otros. Por el NO. comprende parte de los términos de Genalguacil, Jubrique, Pujerra é Igualeja; por el S. los de Estepona y Benahabiz, y por E. toca en el Istán, limitándola en gran parte el río Verde. En la Memoria del Sr. Mac-Pherson esta mancha, cuya extensión es de unos 250 kilómetros cuadrados, se halla limitada con distintos contornos que en el Mapa que describimos, á donde se trasladaron los datos de la Comisión francesa que en 1885 estudió los terremotos de Andalucía.

Forma esta mancha una gran cuña elipsoidal, que alcanza 43 kilómetros de largo desde cerca de Tolox hasta muy próximo á Manilba, con un ancho máximo de 20 entre Igualeja y San Pedro de Alcántara, sobresaliendo en una fila de crestas que separa las aguas de los ríos mencionados de las que vierten al Genal, cuya cuenca se halla al Poniente. Algunos picos alcanzan más de 1.600 metros de altitud, y en ciertos sitios hay desniveles de más de 1.000 entre puntos que apenas distan 500.

Mancha serpentínica de Ojén.—Separada de la anterior, por la sierra Blanca, de 8 á 10 kilómetros más á Levante, entre Ojén y Mijas, sobresale en la sierra de la Alpujata otra mancha serpentínica, que apenas alcanza la tercera parte de la ya enumerada. La rodea el estrato-cristalino, excepto al SE., que la toca en unos cinco kilómetros el siluriano de Fuengirola, y se dirige próximamente paralela á la costa, casi de E. á O., pero encorvándose al NE. en uno de sus extremos. Su cresta culminante se eleva á más de 1.000 metros de altitud, abriéndose en el Puerto de Gómez en dos ramales que envuelven las dolomías de la sierra de Mijas.

Manchas serpentínicas de Carratraca.—Al N. de las anteriores, entre Carratraca y Álora, sobresale en la sierra de Aguas otra mancha serpentínica que no baja de 40 kilómetros cuadrados, profundamente cortada por el arroyo de las Cañas, alargada de NE. á SO., rodeada en parte por el estrato-cristalino, en parte por el eoceno y al N. por el siluriano y el jurásico.

A dos kilómetros más al S. hay en la Robla otra manchita mucho menor entre el estrato-cristalino y el eoceno.

Otras manchitas intermedias á las anteriores.—Anejas é intermedias á las anteriores hay otras manchitas serpentínicas íntimamente relacionadas con ellas y ligadas, sin duda, á cierta profundidad por bajo de las rocas sedimentarias y de que haremos mención más adelante.

Granada.—Desde el momento en que, fundadamente, se incluyen en el estrato-cristalino las grandes masas de rocas serpentínicas de la cordillera penibética, á insignificantes proporciones quedan los terrenos hipogénicos antiguos de la provincia de Granada, pues se reducen á una manchita en Soportujar, otra al N. del Picacho de Veleta, en el sitio nombrado Los Azulejos, y otra junto al puente de Izbor, cerca de Lanjarón, asociadas á las calizas cristalinas.

Almería.—Pequeñísimos asomos de rocas hipogénicas antiguas se figuran en el mapa entre el estrato-cristalino de esta provincia: uno en la sierra de Gador, tres insignificantes al SE. de Bayarcal, otros tres al NO. de Paterna, cerca del Puerto de Hueneja, y otros varios poco mayores en Macael, Chercos, Alcudia, al N. de Sorbas, al E. de Huércal-Overa y en la sierra de Torre Bayabona.

Las últimas manchitas mencionadas en la parte oriental se acomodan á una línea encorvada que comienza en el extremo N. de la sierra de Almagro, sigue á la de Alcudia y faldas septentrionales de la de Filabres, y termina en la Rambla de la Roya, entre el pueblo de este nombre y Macael. Alcanzan, por fin, exiguas dimensiones otros afloramientos de rocas piroxénicas y anfibolíferas que aparecen en las sierras del Viento y de las Estancias, en la Rambla de Chirivel y el cerro Colorado de Vélez Rubio, no siempre fáciles de distinguir del estrato-cristalino en que se hallan.

COMPOSICIÓN.

Granito.—El de las Chapas de Marbella es fino-granudo y está constituído de cristalitos de ortosa, cuarzo muy rico en inclusiones líquidas y gaseosas, biotita y muscovita mezcladas con cristales de turmalina hasta de tres milímetros de largo, cuyo color al microsco-

pio varía del castaño amarillento al castaño violado. Estos cristales, según el Sr. Mac-Pherson[1], tienen inclusiones de tres clases distintas: fragmentos cristalinos de una substancia desconocida y cavidades rellenas de líquidos con grandes burbujas gaseosas, pero fijas. Como elemento accidental hay en la roca fragmentos cristalinos de un mineral que tal vez es la andalucita.

En el granito de Marbella se observan curiosas modificaciones, debidas á las rocas serpentínicas inmediatas, notándose que su mica se descompone ó es reemplazada por una substancia verde talcosa, que le convierte en un protogino ó le da su apariencia. Si se examinan al microscopio los granitos así metamorfoseados, se distingue en esa substancia verde la textura ramificada que caracteriza la serpentina, substancia que penetra por las grietas capilares, aglomerándose en ciertos sitios y reemplazando gradualmente á la mica que parece disolverse en la substancia advenediza.

En la parte meridional del dique de las Chapas es reemplazada la mica por cristales de anfibol negro, pasando la roca á un sienito de finísimo grano; y otras veces se hace gneísico, aumentando el tamaño de su ortosa y pasando á porfiroide, sucediendo lo propio en el gneis y en las pizarras que le cubren.

El granito de Fuengirola es turmalinífero, con abundancia de granates almandinos en gránulos redondeados, que, examinados al microscopio, aparecen acribillados de ramificaciones y esferoides de cuarzo, envueltos, como los gránulos, de una aureola de óxido de hierro. En su contacto con las serpentinas, la roca de estas dos manchitas se halla muy descompuesta, sobre todo las hojillas de mica, cuyo hierro tiñe de color amarillento los cristales adyacentes de feldespato. Por regla general el granito está muy fisurado, diseminándose en la roca una substancia verde que aumenta considerablemente en la proximidad de la serpentina. «Cuando el estado de descomposición no está muy avanzado, agrega el Sr. Mac-Pher-

(1) *Rocas de la Serranía de Ronda. An. Soc. Esp Hist. Nat.*, tomo VIII, pág. 230.

son [1], vese un granito de grano fino con cristales muy determinados de feldespato blanco, mica obscura y cuarzo abundante.»

En el granito de Junquera la mica está reemplazada por turmalina negra, cuyos cristalillos no pasan de tres milímetros de largo, y los otros elementos son indiscernibles á simple vista.

El granito gneísico ó pizarreño que rodea las masas de serpentina al O. de Istán, se halla formado de feldespato en grandes cristales de color blanco lechoso ó ligeramente azulado, cuarzo en granillos y mica en pequeñas partículas. Estudiado al microscopio por el señor Mac-Pherson [2], se observa que su feldespato afecta en sitios una textura fibrosa, á causa de la infiltración, por los planos de crucero, de tenues impurezas. La mica está convertida en sus bordes en clorita, y con ella se asocia la andalucita de color rosado, que también en sus bordes se descompone en finísimas hebras entrecruzadas y acumuladas alrededor de los fragmentos de mica. En algunos ejemplares la transformación en esa substancia fibrosa ha sido completa. El cuarzo suele presentarse en esférulas de diversos tamaños y contornos que examinadas á la luz polarizada dibujan un mosáico, y con frecuencia unas empastan otras más pequeñas. Tiene además burbujas gaseosas, pequeñas y móviles, y otras mayores fijas.

Granulitas.—Con la apariencia de gneises de mica blanca ó de leptinitas turmalinífera s hallan en Canillas de Aceituno, Alcaucin, Cómpeta y otros puntos inmediatos á Vélez Málaga, é idénticas á las anteriores existen en Lanjarón y otros parajes de Sierra Nevada. Las masas y venas de granulita que atraviesan las serpentinas de Benahabiz tienen dos micas, reemplazadas en parte por turmalina y cordierita.

La granulita con mica blanca y turmalina, ó sea el granito turmalinífero, forma filoncillos entre las pizarras de la Serrania de Ronda, y resulta más pobre en feldespato á medida que su yacimiento es menos antiguo, hasta reducirse á vetas de cuarzo cargado de andalucita.

(1) *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*, pág. 56.
(2) *An. Soc. Hist. Nat.*, tomo VIII, pág. 237.

Pegmatita.—En el puerto de La Mujer, entre La Sepultura y Tolox, atraviesa la serpentina un filoncito de pegmatita gráfica, exclusivamente constituída por oligoclasa y cuarzo.

Opinan los Sres. Levy y Bergeron que son rocas posteriores á las dioritas y serpentinas, y su composición, en resumen, es la siguiente: mica negra, oligoclasa y ortosa, como elementos de primera consolidación; cuarzo granulítico y mica blanca, de segunda; turmalina, granate y andalucita, como minerales accesorios.

En las cercanías de Benahabiz hay vetillas de una pegmatita cuya ortosa presenta en muchos puntos algunas caras de sus prismas y clinopinacoides.

Diorita.—Á la pizarra de las inmediaciones de Málaga y de Benalmádena, cerca de la Venta del Boticario, atraviesan numerosos filones delgados de diorita dirigida al NE. Contiene la roca esfena, anfibol, oligoclasa, ó, en su lugar, labradorita en cristales prolongados según la arista *pg'*, y las variedades más áridas contienen además cuarzo granudo. Pasan á veces á porfiritas; hay variedades andesíticas, y en La Concepción, cerca de Málaga, contienen ortosa y cuarzo secundarios.

Al S. de la sierra de Mijas y en las Chapas de Marbella hay numerosos diques de diorita, ya cristalina, ya afanítica, ya tan descompuesta que su feldespato está convertido en tierras. Desgarran las capas paleozóicas, y en algunos sitios las cubre el mioceno.

Varios filoncillos de diorita hay también en el litoral de Tolox, y en su composición entran oligoclasa, anfibol, esfena, cuarzo y clorita.

Anfibolitas estratiformes.—Así se clasifican, siquiera sea interinamente, las manchitas mencionadas de la provincia de Granada, desarrollándose gruesos cristales de hornablenda en algunos parajes. Más bien que entre las rocas hipogénicas, deben incluirse entre las del estrato-cristalino.

Diabasa.—La roca hipogénica del puerto del Robledal, intercalada en pizarras y asociada á serpentinas, es una diabasa que, examinada al microscopio, demuestra estar formada de piroxena, pasando por descomposición á clorita y labradorita muy bien conservada, en

pacta en grandes masas, casi siempre cruzada de fisuras rellenas de asbesto, de talco blanco y otras materias magnesianas.

Según quedó hace tiempo demostrado, la serpentina es una roca procedente de la hidratación de otra peridótica preexistente; y en comprobación de esto mismo, el Sr. Mac-Pherson estudió al microscopio varias secciones transparentes de ejemplares procedentes de la Serranía de Ronda [1]. «En esas secciones, dice el Sr. Mac-Pherson, puede seguirse al peridoto desde su primitivo estado hasta su completa serpentinización, pasando por todas las gradaciones intermedias.»

La transformación del peridoto en serpentina debió verificarse bajo la influencia de un agente extraño que penetró en el interior de la roca por grietas producidas en ella. Hay dos clases de serpentinas: en una, la materia serpentínica llena grandes canales con direcciones constantes; en otra, esa materia se ramifica, denotando una alteración más avanzada, puesto que los regueros grandes se unen entre sí por medio de ramificaciones transversales hasta llegar á una textura concéntrica. La serpentinización total de una roca se debe, por consiguiente, á acciones sucesivas, pero no simultáneas.

En varios sitios se carga de cristales de dialaga, pero sin pasar á verdadera eufótida; al O. de la Palmitera se llena de infinidad de hojuelas de mica obscura; en muchos puntos sus numerosas fisuras se impregnan de asbesto ó talco blanco, según se observa en el Real del Duque; y muy común es que se divida por planos de fractura paralelos que la hacen estratiforme, cual sucede á orillas del río Verde, al N. de Istán, donde esas caras y fisuras se tapizan de otra serpentina fibrosa de color verde claro que la da hermoso aspecto.

Con frecuencia aparece descompuesta, á causa, según el Sr. Mac-Pherson, de la acción de las aguas del mar que en las edades miocena y pliocena la cubrieron, y así se observa en el Puerto de Gómez, entre las sierras de Mijas y de la Alpujata.

(1) *Breves apuntes acerca del origen peridótico de la serpentina de la Serranía de Ronda. An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo IV, pág. 5.

Raro es el ejemplar de serpentina en que no se reconozcan los restos del primitivo peridoto; y así como éste en algunos ejemplares forma la parte principal de la roca y la serpentina desempeña un papel secundario, en la verdadera serpentina el olivino está subordinado á ella y sólo queda la andamiada que sirvió para su gradual desaparición.

Así, por ejemplo, una serpentina de color castaño obscuro de Benahabiz, examinada al microscopio, muestra una espesa red en que se distinguen dos clases de esa substancia: una que rellena los canales principales que atraviesan en dirección constante toda la masa, y otra que forma las ramificaciones más pequeñas en diversos sentidos. La primera es verde amarillenta, y en su centro tiene innumerables fragmentos alineados de hierro magnético ó cromatado; la segunda es de color parduzco, y con frecuencia, al atravesar el olivino, dibujan hebritas de serpentina clara en el centro, más obscura en los bordes que tocan ese silicato.

En otro ejemplar del Arroyo Sequillo, cerca de Igualeja, se observan idénticas gradaciones. Se forman primero los canales paralelos con hierro magnético en su centro, y siguen después las venillas transversales, que, aumentando gradualmente, cierran la malla hasta disolver casi todo el peridoto.

Todavía se observa una acción posterior en que la serpentina de color claro y diáfana, de textura fibrosa, se ramifica en todos sentidos, como sucede en un ejemplar del Real del Duque, amarillo y de aspecto terroso.

Otro ejemplar de color de ladrillo, recogido en la Sierra Parda, con fragmentos de olivino hasta de cuatro milímetros, se ve al microscopio atravesado por una serpentina amarilla, en cuyos bordes hay una substancia turbia y opaca, producto de una serpentinización incompleta. Lo curioso del caso es la tendencia de esa substancia rojiza á acumularse en elipses entre la malla de la serpentina.

Si de las serpentinas relativamente ricas en peridoto se pasa á las que pueden llamarse concluidas, aunque en éstas no se reconocen restos del silicato, siempre se distingue idéntico tejido de malla, se-

gún demuestran las de Istán, Junquera y otros términos. Queda, por lo tanto, establecido, gracias á los detallados y concienzudos estudios del Sr. Mac-Pherson, que las grandes masas de serpentina de la provincia de Málaga son de origen peridótico, y en las cuales el cuarzo de la base ha sido reemplazado por dos moléculas de agua.

Es evidente que, al hidratarse el peridoto, las aguas que en exceso, cargadas de sales magnesianas, penetraron en los estratos de los terrenos colindantes, produjeron diversas reacciones, convirtiendo las calizas en dolomías, cargando de talco y serpentina á las pizarras y al granito, y otras veces, en presencia de un exceso de sílice, se regeneró el peridoto á favor de la alta temperatura causada por la transformación de trabajo mecánico que en la masa hipogénica se producía.

ARTÍCULO VIII

ISLEOS PEQUEÑOS DISEMINADOS EN VARIAS PROVINCIAS

León.

Á través del devoniano de Lavid, al N. de Ciñera, hay una roca verde, tal vez diorita, muy rica en viridita, que rellena todos los huecos, ya en penachos, ya en esferolitos de cruz negra, según las observaciones micrográficas del Sr. Barrois. Tiene además hierro titanado, esfena, cuarzo en granos con agujas de apatita, rodeando la pasta micropegmática numerosos cristales maclados de feldespato triclínico.

Al N. de la iglesia de Busdongo, entre las cuarcitas silurianas, hay un filón de diorita sin cuarzo, que se disgrega en bolas, notable por la abundancia de la serpentina y de la clorita procedentes de la descomposición del anfibol. También están muy alterados sus cristales de feldespato, que sin duda deben ser de labradorita, y abundan la calcita y el hierro titanado.

Santander.

Insignificantes son los asomos graníticos en la provincia de Santander, reducidos: uno á cinco kilómetros al E. de Peña Prieta, cerca del puerto de la Caloca, y otro entre Peña Labra y Cueto Cordel, junto al camino de Reinosa al valle de Polaciones.

Entre Potes y Espinama y en el vallecillo de Aliva atraviesan el carbonífero pequeños asomos de una roca eruptiva calificada de diorita por Maestre, pero incompletamente estudiada.

Santander, León y Palencia.

Precisamente donde se reúnen los confines de estas tres provincias, en las cumbres de Peña Prieta, sobresale entre el carbonífero una manchita granítica de unos cinco kilómetros cuadrados de extensión, enclavada principalmente en la provincia de León, algo menos en la de Palencia y unas pocas hectáreas en Santander. Se compone de un granito común, duro, de aspecto uniforme, de ortosa blanco ó ligeramente amarillento y de mica obscura.

Palencia.

Escasamente llegarán á seis kilómetros cuadrados de extensión varias manchitas que asoman al N. de Cervera de río Pisuerga, á derecha é izquierda de la carretera de Potes, por los términos de Arbejal, Resoba, Rabanal, Verdeña y San Salvador de Cantamida, donde aparece la mayor. Se relacionan entre el carbonífero con los criaderos cobrizos, y generalmente se componen de pórfidos verdosos probablemente piroxénicos, pero todavía pendientes de estudio al microscopio.

Otro asomo hipogénico señala Prado al S. de Cervera junto á Dehesa de Montejo, que es dudoso.

Cerca del puente de San Felices hay una manchita de granito an-

fibólico, atravesada á su vez por una diorita muy rica en anfibol, con abundantes dodecaedros rombales de granates almandinos en ciertos puntos, y con tal cantidad de cuarzo en otros, que constituye un tránsito á una roca silícea.

Burgos.

Las rocas hipogénicas antiguas se reducen en la provincia de Burgos á un asomito granítico entre una mancha estrato-cristalina, á tres kilómetros al S. de Fuentenebro, próxima á los confines de Segovia por el lado de Aldehorno. El granito es notable por el tamaño excepcionalmente grande de sus elementos, entre los cuales hay hojas de mica muy limpias y transparentes y de un tamaño que excede de un decimetro cuadrado. También contiene este granito cristales voluminosos de turmalina.

Guadalajara.

Tampoco en esta provincia tienen gran importancia las rocas hipogénicas antiguas, pues los principales asomos se reducen á tres al O. de Atienza, que en total ocupan una superficie de 15 kilómetros cuadrados. El mayor se halla entre Cañamares y la Miñosa, y hay otros dos inmediatos entre Tordelloso y Alpedroches y entre Ujados y Cañamares. Consisten esos asomos en un pórfido anfibólico de color verde y textura micro-cristalina, en cuya pasta felsítica se ven numerosos cristales de ortosa blanca ó amarillenta, de una substancia clorítica que conserva las formas de la hornablenda, hojuelas de mica, magnetita, algunos granates y cristalitos de cuarzo. Rompen la uniformidad de estos asomos porfídicos, varias vetas de caliza cristalina, un filón de barita alineado al E. 20° N., otro de petrosilex con gruesos cristales de feldespato blanco caolinizado y granates diseminados en su pasta, y otra masa también petrosilícea que envolvió fragmentos de caliza. Desgarraron y dislocaron los estratos silurianos y devonianos estos isleos hipogénicos, cuya edad

no está del todo precisada, pues el Sr. Palacios cree que fué anterior y el Sr. Castel que fué posterior al sistema triásico.

Confinando con Teruel, entre Orea y Griegos, hay otro islotito porfídico que difiere de los anteriores por contener mayor proporción de cuarzo, el cual encierra granillos de feldespato descompuesto, laminillas de clorita y pequeñas inclusiones fluidas.

Otros asomos todavía más pequeños encajan en el estrato-cristalino de Colmenar de la Sierra, Majalrrayo, Cabida y El Cardoso.

Zaragoza.

Tan exigua representación tienen en la provincia de Zaragoza las rocas hipogénicas antiguas, que se reducen á lo sumo á un par de kilómetros cuadrados de extensión, repartidos en dos manchitas que encajan en el siluriano, á la izquierda del Huerva, entre Cerveruela y Vistabella; á otra á Levante, de este segundo pueblo, y varios isleos entre el devoniano de Luesma y Fombuena en los confines de Teruel.

Los isleos de Vistabella y Cerveruela son de diabasas bastante alteradas, distinguiéndose en ellas á simple vista cristales agrisados de feldespato y otros verde-obscuros de anfibol envueltos en una pasta verde amarillenta. Examinada la roca al microscopio, se observa que la pasta se compone de cristalillos de plagioclasa, piroxena con hierro magnético abundante, algo de ilmenita con leucoxena, olivino, trozos cristalinos de anfibol y gran cantidad de clorita. El contacto de los ácidos determina viva efervescencia, debida al carbonato de cal procedente de la descomposición del feldespato; y por tales caracteres debe considerarse la roca como diabasa, tránsito á melafiro, en opinión del Sr. Palacios [1].

Sumamente descompuestas se presentan las porfiritas de Luesma y Fombuena; y en los sitios en que se hallan más reconocibles se ven cristales y granos de cuarzo hialino en una pasta dura, consistente, gris-verdosa en la fractura fresca, pardo-rojiza al exterior.

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XIX, pág. 4.

Por el examen microscópico se reconoce que esa pasta se compone de feldespato triclínico cripto y micro-cristalino, con otro feldespato en fragmentos cristalinos, granos de calcita, otros más raros de cuarzo, pequeñísimos cristales de biotita en descomposición, clorita y restos de anfibol sumamente alterados, que produjeron partículas de magnetita. Según estos caracteres, la roca corresponde á una porfirita diabásica mejor que á un verdadero pórfido.

Teruel.

También son exiguas en esta provincia las manifestaciones hipogénicas, reducidas á pequeñísimos isleos que, según el Sr. Mac-Pherson [1], se reducen á tres series diferentes, correspondientes á tres edades distintas. Las más antiguas son las porfiritas micáceas, con las kersantitas que arman entre los estratos paleozóicos; siguen á éstas los pórfidos cuarzosos, que es probable sean de la época carbonífera, y el último grupo es el moderno de las ofitas, que trasladamos al capítulo siguiente.

Las porfiritas micáceas que se encuentran entre Huesa y Segura son de color verde parduzco, de textura afanítica, con cristales de feldespato. Al microscopio se nota la pasta formada de microlitos de oligoclasa (generalmente asociados tres ó cuatro y bastante bien conservados), trocitos de mica y algo de cuarzo granulítico. Esta pasta envuelve los cristales grandes de plagioclasa constituidos por laminillas acopladas según la ley de la albita, y llenos de hebras ó filamentos producidos por descomposición. Con ellos se asocian la biotita (también bastante alterada), cristalillos irregulares de rutilo, agujitas de apatita, cuarzo escaso con algunas inclusiones y trocitos negros y opacos unidos al rutilo, probablemente de hierro titanado.

Encerrados entre rocas devonianas hay otros dos asomitos hipo-

(1) Cortázar, *Bosquejo físico-geol. y min. de la provincia de Teruel. Bol. Mapa geol.*, tomo XII, pág. 198.

génicos cerca de Hoz de la Vieja; en las pizarras silurianas de Santa Bárbara junto á Calamocha hay otro, y entre las del E. de Segura y de Noguera hay otros dos muy pequeñitos. Según dicho Sr. MacPherson, que los ha examinado detenidamente al microscopio, son pórfidos cuarzosos cuya pasta pardo-rojiza envuelve numerosos cristales de feldespato color de carne, granillos de cuarzo en parte corroídos, con inclusiones líquidas fijas y pintas negras de un mineral ferro-magnesiano. El feldespato se presenta en sus dos variedades ortotómica y clinotómica, cuyos cristales, en su mayor parte de ortosa, están llenos de hebras y filamentos y otras substancias ferruginosas y cloríticas. La pasta cripto-cristalina encierra un mineral clorítico que se presenta de dos maneras distintas: una en trozos alargados, tal vez de mica pseudo-mórfica, y otra en zonas ó festones alrededor de hojuelas de caliza. Se observan tendencias á la textura esferulítica, pero sin señales de la cruz negra, y hay además cristales de apatita en escaso número, pero relativamente grandes.

En Bádenas se halla otro asomito de pórfido negro semejante á los anteriores, de los que difiere por su base algo más cristalina, por el color amarillo claro de su clorita y por encerrar numerosas partículas negras y opacas de magnetita.

Menorca.

Todas las rocas hipogénicas señaladas en Mallorca corresponden á las modernas; pero en Menorca el único asomo eruptivo que se apunta figura como de las antiguas básicas. Se halla en Ferragut; al N. de la isla, entre el devoniano; y examinada la roca al microscopio por los Sres. Fouqué y Michel Lévy, resulta ser una porfirita andesítica formada de ortosa y oligoclasa en cristales grandes muy descompuestos y anfibol transformado parcialmente en calcita y clorita. La pasta está constituída por microlitos y esferolitas, algunas bastante grandes, de oligoclasa fibrosa.

ARTÍCULO IX

MINERALES

Aparte de un gran número de especies minerales que siempre se han considerado como curiosidades para el adelanto de la ciencia, el número de criaderos metalíferos más ó menos explotables que directa ó indirectamente se relacionan con las rocas hipogénicas es tan inmenso, que su relación completa se haría interminable. Dado el sistema que adoptamos, no comprende la enumeración que en este capítulo se hace más que los minerales exclusivamente enclavados en las rocas graníticas; y aun limitándonos á reseñar tan sólo las condiciones de yacimiento, descartando las circunstancias relativas á la explotación de las especies que son beneficiables, la lista resultará, tal vez, sobrado larga é inevitablemente incompleta.

Cuarzo.—En filones, vetillas ó masas, aislado ó mezclado con otros minerales, cristalizado, semicristalino, vítreo ó calcedonioso, el cuarzo es el mineral más abundante en las masas graníticas, aparte del que naturalmente entra en la composición de éstas.

La asociación del cuarzo con los óxidos de hierro es muy general, entrando una y otras substancias en muy diversas proporciones, desde los filones de cuarzo puro hialino hasta aquéllos en que predomina el elemento ferruginoso, y son también muy frecuentes las brechas cuarzo-ferruginosas. La mayor parte de los criaderos metalíferos que más adelante se enumeran tienen como ganga principal el cuarzo, en muchos sitios tan predominante, que constituye más del 90 por 100 de la masa total de aquéllos.

Entre los muchos que hay en el granito de Cataluña, mencionamos especialmente los de Papiol, de cerca de un metro de espesor, que dan ejemplares perfectamente hialinos, y los de Arbuisas y San Marsal de Montseny, teñidos de color amatista.

De los muchos yacimientos de cuarzo, generalmente en granito, del grupo NO., citaremos los siguientes: en el monte de San Pedro de Viscua, á Poniente de la Coruña, hay vetas en que está cristalizado con multitud de diminutas manchitas negras y rojas ferruginosas; al SE. de Santiago sobresale en grandes crestones, que desde el Pico Sacro se prolongan hasta pasado el río Ulla; en la meseta de Deza abundan mucho los hialinos; amarillentos y de color amatista hacia Don Ramiro, y se citan junto al puente Sulago, sobre el Deza, en el monte Gesteiras, al Este de Caldas, en Lobeira, etc.

Junto á la Venta del Cura, á Levante de Hedroso, hay un filón enorme, de 50 metros de espesor, dirigido al NO. como casi todos los de Zamora, en cuya provincia hay otros en Terroso y Requejo (Sierra Segundera), Sotillo, al Sur de Cobreros y Santa Colomba de Sanabria.

Entre los infinitos filones de cuarzo que cortan las manchas hipogénicas de la región central, citaremos como más notables los de la Atalaya de San Ildefonso, que se extienden media legua, fuertemente inclinados al NE.; los de Torre Caballeros y Aldehuela, entre Bernuy y Encinillas; los de Villabuena con cristales ahumados; Monleras, Barba del Puerco y Martinamor. Son notables por su gran tamaño, pues los hay hasta de 50 centímetros de largo, los cristales semi-hialinos y semi-lechosos de Horcajuelo, La Cabrera é Iruela, hallándose también ejemplares notables en Cenicientos, Cadalso y otros términos de la provincia de Madrid. En Collado Mediano, entre El Escorial y Peguerinos y otros sitios, es frecuente hallar el cuarzo en costras penetradas microscópicamente de fibras de silimanita.

Entre Sobradilla y Mogatón hay un filón de cuatro metros de espesor dirigido largo trecho de E. á O., y existen otros varios en Aceituna, al Norte de Hervás y Baños, entre Vitigudino y La Fregeneda, Guadramino, Encinasola, entre Berrueco Pardo y Vilbestre, entre Monleras (ahumado) y El Gejo de los Reyes, Los Santos, entre Regajal y San Miguel de Serrezuela y otros parajes de la provincia de Salamanca; en la dehesa de Fresneda, entre el arroyo Cardiel y la venta de la Bardera del Berraco, en Lanzahita, Las Navas, al SE.

de Mediana, entre Blascoeles y Saornil, al Oeste de Burgohondo, Menga, Navadijos, á Levante de Navarredonda, Angosturas, La Aliseda y otros muchos sitios de la de Ávila.

Ferruginoso, parduzco, blanco ó hialino, en Cáceres, forma el cuarzo filones en Miajadas, y lo hay también tabular en hojas muy delgadas, de colores alternantes. Innumerables filones y vetillas de cuarzo blanco, hialino, amarillento ó rosáceo cruzan el granito del cerro de San Cristóbal junto á Logrosán, arrumbados casi de N. á S., y entre ellos sobresale por su espesor, que llega á dos metros, el del Salto de la Puerca; mayor es el que aflora al Norte de Piedras Albas junto á la frontera portuguesa, pues con un metro de potencia se le sigue más de un kilómetro; cruza oblicuamente los filones de fosforita otro mucho más largo, pues mide cinco kilómetros desde cerca de Zarza la Mayor al río Alagón, y también son notables uno arrumbado al NE., con dos á cuatro metros de espesor y numerosas geodas cristalinas que hay en Belalcázar (Córdoba), y varios que asoman entre los riscos de la Cabeza de Andújar (Jaén), etc.

Topacios de Hinojosa.—Villasbuenas es la localidad donde son mejores ó más buscados, y existen además en Hinojosa del Duero, Mieza, El Milano, Aldeadávila, El Gejo de los Reyes, Monleras y otros sitios de los partidos de Ledesma y Vitigudino, todos en la provincia de Salamanca.

Calcedonia.—En Caldas de Malabella (Gerona) forma filones, algunos de 40 centímetros de espesor, dirigidos al NO. casi verticales, una calcedonia translúcida, veteada, opalina y de hermoso aspecto.

Cal fosfatada.—De colores y textura muy diversos, con más frecuencia fibroso-palmeada y compacta, en algunos sitios terrosa y resinoide, con cuantas variedades puedan idearse de la subespecie fosforita, asociada ésta á la apatita en todas las manchas graníticas de la provincia de Cáceres y en algunas inmediatas de Badajoz y Salamanca, la cal fosfatada se encuentra en muchos criaderos, ya que no muy importantes industrialmente, de mucho interés desde el punto de vista de su formación. En la mancha granítica de Zarza la Mayor hay de 20 á 30 filones, en la de Trujillo unos 12, en la de

Montánchez de 15 á 20, en la de Cuesta Araya 15, en la de Portalegre cerca de 20, en la de Alburquerque de 20 á 25, en la de Miajadas 12 y otros diversos al N. de Aceituna, al S. de Trebejo, en Navalmoral de la Mata, Aldeávila de la Ribera, Hinojosa del Duque, etc. Verticales ó muy inclinados casi todos los filones, se alinean de NO. á SE., y su espesor varía en extremo, ó, por mejor decir, varió, pues en su mayor número quedaron casi agotados rápidamente hace veinte años. No era raro que la caja de un filón, abriéndose pocos centímetros en unos sitios, ensanchase en otros hasta dos y aun tres metros, señalándose tan notables diferencias, no sólo en el sentido de la longitud, sino en el de las más pequeñas profundidades, pues á menos de 40 casi todos se redujeron á insignificantes vetillas.

La asociación de la fosforita con el cuarzo es muy íntima en todos los filones, constituídos, en rigor, por la mezcla de ambas substancias; y con frecuencia por partes iguales, ó predominando el uno ó el otro, los dos minerales se reparten en zonas paralelas y contorneadas, ó se aislan en secciones bastante puras.

Después del cuarzo, las substancias más frecuentes en los filones de fosforita son los hidróxidos de hierro y de manganeso, que comunican á aquélla matices rojizos, amarillentos, parduzcos y rosáceos de mucha variedad y bella apariencia.

De un modo especial á determinados filones, la pirita de hierro forma brecha con el cuarzo y el fosfato calizo, y en otros, aunque con mayor rareza, se ven la galena, la pirita ferro-cobriza, los carbonatos de cobre y el urano fosfatado.

Respecto á la longitud, algunos filones pasan de 3000 metros; mas por regla general no llegan á la mitad.

El granito de Extremadura, ya de suyo con mucha frecuencia desagregado y en descomposición, ofrece profundas alteraciones en contacto con la fosforita, convirtiéndose casi siempre en una tierra deleznable, á modo de un caolín blando que se amasa como una arcilla plástica. Es general que adquiera un tinte verdoso claro, repartido con desigualdad, y á veces se impregna de una tierra roja arci-

llosa intercalada en lisos irregulares. Suele escasear la mica ó ser reemplazada por el anfibol, haciéndose el granito en varios sitios de grano muy fino.

No escasean tampoco los criaderos en que el granito de la caja esté cruzado por vetas de otro más duro que se entremezclan formando enrejillado, ó que se aisle el cuarzo en costras que se fijan en las salvandas.

Aunque como raras excepciones, hay casos también en que el granito se hace más compacto, más cuarzoso y más tenaz en contacto de tales filones; y por fin, en varios yacimientos, el cuarzo, la fosforita y el granito, ya en los hastiales, ya en el interior de los filones, forman brechas ó se aislan en zonas, de las que con facilidad pueden destacarse cada uno de los tres componentes que, indistintamente y con variable anchura, ocupan el centro.

Si bien la mayor parte del fosfato de cal de los criaderos de Extremadura corresponde á la fosforita, raro es el criadero donde no se encuentra la apatita, pocas veces en cristales perfectos y aislados, casi siempre en granos cristalinos ó fajitas en mezcla íntima con el cuarzo y la fosforita palmeada, de diversos tonos violados, desde el más pálido al más subido de la amatista, á veces gris verdosa, verde azulada, blanca ó hialina en Zarza la Mayor, Ceclavin, Alburquerque, Malpartida, Trujillo y otras diversas localidades. Su forma más común es la del prisma exagonal sin modificaciones; pero en algunos criaderos abundan los cristales constituídos por la forma primitiva con las modificaciones h', ó sea por prismas de base dodecagonal producidos por la combinación de dos exagonales. Más frecuentes son los cristales con truncaduras en las aristas básicas b^x; á veces se agregan en las cúspides las truncaduras a^x, y también hemos visto, aunque escasas, algunas hemitropías. El peso específico de las apatitas de Extremadura varía entre 3,04 y 3,41; su dureza difiere poco de la del vidrio común, y en su composición entran, por término medio, 93,82 de fosfato de cal tribásico, 5,44 de fluoruro de calcio y el resto, hasta 100, pequeñas proporciones de cloruro cálcico y sílice.

Entre las fosforitas que arman en el granito, la variedad principal ó predominante es la palmeada, blanco-agrisada ó ligeramente amarillenta, en cuyo caso, por su tejido fibroso y flabeliforme algo sinuoso, recibió de los mineros el nombre de *bacalao*, y suele alternar en fajas con apatita y cuarzo, formando zonas onduladas y concéntricas de diferente brillo y coloración. Estos caracteres son generales en todos los criaderos que asoman en el granito, exceptuando uno muy extraño, el de la mina *Jacinto*, sito en la dehesa de los Infantes, al N. de Malpartida. Es un yacimiento irregular en que la fosforita se esparce en venillas aisladas y entrecruzadas en un granito tan descompuesto, que está reducido á un barro gris obscuro ó parduzco que embadurna el mineral con lodos muy plásticos. La fosforita se presenta, ya compacta y fajeada con variedad de colores, ya cavernosa ó en concreciones mamilares de lustre entre craso y céreo, ya brechoide ó en costras irregulares. La riqueza en fosfato de cal tribásico de las fosforitas varía entre 61 y 87 por 100, según la proporción de las materias extrañas que más ó menos íntimamente se mezclan con ella. La sílice suele oscilar entre 2 y 10 por 100, el fluoruro cálcico entre 2 y 8, el carbonato cálcico pasa de 11 en algunos ejemplares, y entran en proporciones insignificantes cloruro y sulfato cálcico, óxido férrico, peróxido de manganeso é indicios de alúmina.

MINERALES DE PLOMO

Criaderos de Linares.—Seguramente en toda Europa no hay país que encierre mayor número de criaderos plomizos que el nuestro; y si abundan extraordinariamente en los terrenos estratificados, también se cuentan á miles en las rocas hipogénicas antiguas y modernas.

Entre los que se presentan en la serie granítica, descuellan en primer lugar los del distrito [1] ó comarca minera de Linares, uno de

(1) Se da en Minería á la palabra *distrito* un significado diferente del que tiene en el lenguaje administrativo, siendo equivalente á *comarca* ó *cantón*.

los más extensos de España, pues no solamente comprende el término de Linares, sino también los de La Carolina. Baños, Bailén, Guarromán, y en una palabra, los pueblos de la provincia de Jaén situados entre la derecha del Guadalquivir y los confines con Ciudad Real hasta la divisoria del Guadiana.

Solamente en Linares y términos colindantes pasan de 50 los filones de galena que existen, y á excepción de algunos extremos que penetran en las pizarras, casi todos arman en el granito, cubierto al N. por una faja de arenisca roja, á la que nunca atraviesan. Todos presentan repetidos ensanches y estrecheces en sentido horizontal y vertical, acumulándose las metalizaciones en bolsadas, y asi se explican las grandes diferencias en sus espesores, aunque el promedio oscila entre 60 y 80 centímetros. Esas diferencias se observan en un mismo filón, como se ve en el de la *Cruz*, reducido á pocos centímetros en unos sitios, con ocho metros en otros de su mitad septentrional, y todavía más á 250 de profundidad en Pozo Ancho. El de Arrayanes varía de ocho centímetros á tres metros; los de Alamillos, *Santa Isabel* y *Santa Catalina*, de 0,10 á cinco metros; el de *San Roque* con más de dos en algunos puntos. Por regla general, en cuanto aumenta el espesor, la masa metalífera se esparce más en las gangas, y resulta un mineral sucio y pobre. Cuando el espesor se conserva entre 20 y 90 centímetros, no hay grandes cambios para la explotación; pero si es mayor, ocurren modificaciones de entidad favorables ó adversas, según las circunstancias. Si dependen del aumento de gangas, el mineral se emborrasca, como sucede en Arrayanes siempre que existe un reblandecimiento de los hastiales; pero si el ensanche del criadero procede de haberse unido al filón principal algún otro secundario ó ramal, el mineral aumenta, como sucedió en el anchurón de tercera planta del pozo *Tres Amigos* de la mina *Virgen*, y en Arrayanes cuando se reunieron los dos brazos del criadero en el pozo *San Martin*.

Como en otras muchas partes, se observa cierta relación entre la dureza del terreno en que arman los filones y la abundancia del mineral, tanto mayor cuanto más blando es aquél; pero como la ampli-

tud de las grietas no ha podido ser uniforme en toda la extensión, también sucede que la riqueza no es uniforme. Cuando el terreno es duro, el mineral no es tan abundante y la caja del filón es más estrecha; pero en esta clase de criaderos es donde se nota más regularidad en la distribución de la riqueza.

En opinión de algunos ingenieros, la bondad de estos minerales plomizos, así como la extensión, potencia y dirección de sus filones, forma una escala decreciente, á partir por ambos costados del de Arrayanes, asegurando que sus galenas son superiores en rendimiento y docilidad á las de sus inmediatos Madroñal y Cruz, y las de éstos mejores que las de sus vecinos.

Tiende á aislarse la galena en el centro de los criaderos y á dispersarse entre las gangas, formando habas ó pintas junto á los hastiales; y son muy frecuentes dentro de aquélla las oquedades de diversas figuras y dimensiones que llaman *hocarreras* ó *bocarreras* en el país, y las cuales se acumulan en el centro ó en el pendiente.

En los criaderos de Linares constituye la base de su composición y de las explotaciones la galena en sus dos variedades, granuda y laminar ó alcohol, ésta más abundante y muy afamada por su pureza, siendo muy raros los cristales, casi siempre imperfectos, y sólo en alguna que otra mina de los grupos del Correo y Collado del Lobo.

Acompañan á la galena los carbonatos de plomo, de cobre y de hierro, algo de blenda y de fosfatos de plomo, piritas, cuarzo, baritina, espato calizo, óxido de hierro y arcillas ferruginosas, todas estas substancias irregular é indistintamente repartidas en los filones. Por regla general, sin embargo, las gangas de base metálica se agrupan de preferencia en las inmediaciones de las zonas metalizadas, y los carbonatos metálicos con las piritas en las zonas superficiales. Las arcillas ferruginosas son rojizas, más ó menos obscuras, y cuando tienen un color parduzco y se hallan impregnadas de agua, reciben el nombre de *güeldos*. Abundan estas gangas ferruginosas, que se hallan casi siempre unidas al cuarzo, sin desaparecer en profundidad; y si se las encuentra en el interior de los trozos de galena, se las tiene como indicio de bondad del criadero.

Como regla práctica, en el distrito de Linares se calcula que un metro cuadrado de filón produce 49,580 kilogramos de galena por cada centímetro de espesor. Entre este resultado y el de 75,85 que da el cálculo para igual superficie y espesor, suponiendo la galena compacta, pura y de 7,585 de peso específico, hay una diferencia de 26,27 kilogramos. Las variedades son muy grandes en longitud y profundidad dentro de cada filón.

El contenido medio de plata es 18,91 gramos por quintal métrico; pero la presencia de este metal ni es constante ni obedece á ley determinada, viniendo á ser, en definitiva, las galenas de Linares de las menos argentíferas de España.

Industrialmente considerados, se agrupan en cuatro clases los minerales de Linares: 1.ª, galenas puras y hojosas con 85 por 100 de metal; 2.ª, mineral de fundición del 75 por 100 de ley; 3.ª, tierras de ley muy variable; 4.ª, mineral de los vaciaderos que, si no llegan al 7 por 100, indican un apartado aceptable. Por fin, con el nombre de *carbonatos* se designan, no solamente los que lo son, sino las mezclas de ellos con sulfuros, sulfatos y aun fosfatos.

Por regla general, se dirigen los filones de NE. á SO., pero con grandes ondulaciones que les hacen oscilar desde N. 40° E. al E. 14° S., aparte de numerosas desviaciones en cortos trechos. Considerando, por ejemplo, dividido en dos trozos el filón de la *Esmeralda*, uno de éstos se alinea al E. 39° N. y el otro al O. 8° N.

Aparte de varios filones de cuarzo estériles, cortan estos criaderos numerosos filones ó *cruceros* feldespáticos, graníticos y arcillosos. Los feldespáticos se dirigen, por término medio, N. á S.; algunos están algo metalizados, su potencia es de 10 centímetros próximamente, y no suelen producir perturbación alguna en la marcha de los ricos. Los segundos se componen de fragmentos de granito cimentados por arcillas ferruginosas ó feldespáticas: varía su potencia entre 0,5 y 10 metros, y oscila su dirección desde O.NO. á N.NE. Los terceros atraviesan de preferencia á los metalíferos; están constituídos por una arcilla reblandecida; tienen de 50 á 90 centímetros de espesor, y se dirigen de N. á S. ó de E.NE. á O.SO.

Entre los graníticos los hay de pendiente recta y de pendiente inversa, y citaremos los más notables en la enumeración de los filones metalíferos principales que á continuación se expresan, y que á partir de Linares hacia el N. aparecen en el orden siguiente, según los describe detalladamente el ingeniero Sr. Mesa [1]:

1.° El de *San Miguel*, *Carmen*, coto de la *Luz* y *Palazuelos*, en masas lenticulares, con 11 kilómetros de corrida, $1^m,40$ de potencia media, que es mayor al E. que al O., cambiando su metalización en sentido contrario. En su extremo oriental penetra en las pizarras y está cruzado por cuatro fallas principales, dos de las cuales producen saltos de cinco metros, y otro todavía mayor.

2.° Del *Socorro*, *San José*, coto de la *Luz* y *Encarnación*. Reconocido en 350 metros de profundidad en la segunda mina y 220 en la primera, tiene nueve kilómetros de largo, $1^m,20$ de potencia media, que aumenta de Poniente á Levante, al revés de su metalización, en formas lenticulares al O., nodulares y lenticulares en el centro, penetrando también en las pizarras en su extremo oriental. Está cortado por cinco cruceros, que producen saltos de cinco á 13 metros. En la mina *Socorro* el filón metalífero inclina al NO., y el crucero principal, cuyo espesor es de cinco á seis metros, inclina 67° al E.NE.

3.° El de *Arrayanes*, el más rico, constante y regular, reconocido en 12 kilómetros de largo hasta la profundidad de 300 metros, con una potencia media de $0^m,75$, pasando de un metro en algunos sitios, y habiendo llegado á $1^m,30$ entre los pozos séptimo y octavo, y á $3^m,30$ entre los noveno y décimocuarto. Entra en las pizarras en su extremo oriental y se prolongan á él las fallas del anterior, debiendo citarse como más notable la que asoma al SO. del pozo *Restauración*, que tiene un metro de espesor, es de feldespato descompuesto, se dirige al N. 10° O. en sexta planta y produjo un salto á la izquierda de siete metros.

4.° y 5.° Muy próximos entre sí, probablemente reunidos al sexto

(1) *Memoria sobre la zona minera Linares-La Carolina. Rev. min.*, serie C, tomo VIII.

en el coto de la *Luz*, hallándose también en ellos las minas *La Tortilla*, *Los Quinientos*, *Pozo Ancho* y *La Cruz;* miden 10 kilómetros de largo. El 4.° es esencialmente plomizo; el 5.° cobrizo en sus 90 primeros metros de profundidad, ambos cortados por varios cruceros, de los cuales es notable el situado á Poniente, que sigue á los siguientes. *La Cruz* es una de las minas más antiguas del distrito, pasando de 300 metros la profundidad de sus labores, y en ella el filón presentó grandes estrecheces, en cambio de varios anchurones hasta de ocho metros, que se prolongaron á *Pozo Ancho*, otra de las minas más antiguas y profundas, dividiéndose en su extremo SO. en dos ramas. La potencia media se estima en 90 centímetros.

6.° De los *Alamillos*, con $0^m,75$ de espesor medio, cortado por dos cruceros principales que motivan saltos de cuatro á seis metros, estimándose su longitud por algunos ingenieros hasta 16 kilómetros, si bien otros señalan menos de la mitad.

7.° De *Cañada Hincosa* y *Los Salidos*, hasta de 18 kilómetros de largo, con una importante ramificación al SO., $0^m,85$ de potencia media y una falla horizontal muy notable que produce un salto de 100 metros al NO. é inclina de 40 á 45° al O., y otras 10 menores con saltos de cuatro á seis metros.

8.° y 9.° Distantes entre sí 60 metros, con una corrida de seis kilómetros en las minas *Las Angustias*, *Esperanza*, *Berenguela*, *Trinidad* y *Linarejos*, y un espesor de 70 á 80 centímetros, cruzados por varias fallas sin importancia.

10. Del coto *San Antonio*, término de Vilches, y espesores comprendidos entre $0^m,90$ y $1^m,20$.

11. Ramificación del sexto en *El Fin* ó *Los Acebuchares*, poco conocido.

12 y 13. De *Polonia* y *San León*, reunidos cerca del contacto con las pizarras, donde se prolongan, y de secundario interés.

14. De *Valdinfierno*, que arma en las pizarras cambrianas, á donde trasladamos la relación de sus especiales circunstancias.

15. De las minas *El Correo*, *La Constancia*, *Tesoro*, *San Antón* y *San Francisco*. Arma en el granito, muy duro por el extremo occi-

dental, con $0^m,60$ á $0^m,90$ de espesor, disminuyendo su riqueza en profundidad: le cortan tres fallas principales, una en las minas *Tesoro* y *San Antón*, otras dos en *San Francisco*, y su longitud llega á 20 kilómetros.

16. Del coto *Bonaplata*. Comenzó por un casquete de mineral cobrizo, y como tal se explotó hasta su transformación en galena.

17 y 18. Del *Collado*, *Majada Honda* y *San Pablo*, incompletamente reconocidos, con $0^m,50$ á $0^m,80$ de espesor, atravesados por un crucero, casi esencialmente de cuarzo con pintas de galena y carbonatos de plomo.

19 y 20. De *La Galena*, *San Antonio*, *Santa Teresa*, *San Alejandro* y *Los Angeles*, distantes entre sí unos 100 metros, son los más importantes de la zona septentrional, arrumbados al E. 20° N. con 79° de inclinación al N.NO., de $0^m,60$ á $0^m,80$ de espesor, y sumando 12 kilómetros de largo, cruzados por varias fallas, dos de las cuales causaron saltos de cinco á seis metros.

21, 22, 23 y 24. De *Santa Margarita*, *Emma*, *Capricho*, *Esperanza*, *San Inocente*, *San Apolo*, *La Chispa*, *José* y *Teresa*, varían de $0^m,50$ á $0^m,80$ de espesor y están todavía poco conocidos.

No se puede precisar la edad relativa de los filones de Linares, pues entre las pizarras paleozóicas, en general cambrianas, á las que cortan algunos de ellos, y el mioceno marino, evidentemente posterior, no hay otra formación que la arenisca triásica. Su orden de aparición debió ser el siguiente: los alineados al NE. se hallan cortados por los O.NO.; éstos por los E.NE., y estos últimos por los que van de N. á S.

En el término de La Carolina arman en el granito los siguientes filones: 1.°, de la *Esperanza*, inclinado 85° al NE., con 1^m á $1^m,50$ de potencia y condiciones de yacimiento parecidas á los de Linares, cruzado por una falla que apenas le altera en su parte SO.; 2.°, de *San Miguel*, á dos kilómetros NO. del anterior, con potencias que llegan á ocho metros y de metalización más uniforme, habiéndose presentado pequeñas bolsadas de plata nativa en varias cavidades; 3.°, de *San Fernando*, que en parte encaja además en el pórfido y en las

pizarras, con una gran masa de cuarzo en el contacto de éstas y aquél, siendo su espesor de 1^m á $1^m,50$; 4.° y 5.°, de la *Trinidad* y *San Manuel*, ó sean del *Cochinchino*, dos vetas que vienen á ser ramificaciones del primero, con frecuentes interrupciones; 6.°, del *Castillo*, que se prolonga á las pizarras y su potencia es de 1^m á $1^m,20$ en las minas *Santiago*, la *Rata* y *Genaña*, cruzándole una falla en su parte media que le esteriliza casi por completo.

Á estos filones principales siguen otros que arman en las pizarras cambrianas y examinaremos en el capítulo IV.

Considerando en su conjunto los filones de Linares y La Carolina, el Sr. Mesa [1] hace de ellos cuatro grupos ó sistemas, á saber:

1.° Filones arrumbados al NE. que constituyen la generalidad de los de Linares, de marcha longitudinal regular, con estrecheces y ensanches regulares, verticales ó muy inclinados, armando en el granito ó parte en las pizarras cambrianas, de metalizaciones compactas, raras veces nodulares, compuestos de galena pura con escasa plata, dominando el cuarzo entre sus gangas.

2.° Filones alineados de E. á O., peculiares de la parte occidental de La Carolina, con grandes espesores, que á veces pasan de 14 metros, armando en las pizarras cambrianas y silurianas, pasando á veces al granito, donde su metalización se hace más compacta y pierde en importancia. La galena, más argentífera que en los anteriores, está desigualmente distribuida, y entre sus gangas abundan las arcillas ferruginosas en primer término, y después el cuarzo y la barita.

3.° Filones dirigidos al NO., peculiares de la región occidental de La Carolina, de gran espesor, aunque no tanto como los del segundo grupo, muy constantes en su marcha, frecuentemente nodulares ó en bolsadas, empobreciendo al pasar del granito, donde principalmente arman, á las pizarras cambrianas, y estando constituidos por galenas algo argentíferas.

(1) *Memoria sobre la zona minera Linares-La Carolina. Rev. min.*, serie C, tomo VIII.

4.° Filones de N. á S., formados de cuarzo y arcillas ferruginosas, produciendo fallas en los anteriores.

Los filones del primer sistema corresponden por su edad á la época siluriana, según opina el Sr. Mesa, si bien agrega que hay otros, como el de la mina *La Copela*, el cual arma en las pizarras silurianas y produjo un salto de 26 metros en otro de los de aquéllos.

Otros criaderos de galena.—En el extremo NE. de la Península, cerca de la frontera francesa, existen los de la cuenca de la Muga, que fueron descritos por el Sr. Vidal en su *Memoria geológica de Gerona* y en su *Reseña de las minas de cobre y de hierro de la montaña de Mondevá*. En la mina *Laura*, sita en el paraje nombrado Solá de la Oliveta, término de Darnius, arma en el pórfido un filón inclinado 45° al N. 15° E., de galena de grano fino, mezclada con baritina y pirita de cobre, dividido en dos venillas que á veces engruesan hasta 20 centímetros de espesor y rinden 78 por 100 de plomo y 0,66 de onza de plata por quintal de mineral. También tiene algunas cantidades de galena argentífera el filón de la *Hermosa Africana*, mina del mismo término; y atraviesa el granito del de Massarach, en la parte baja de la cuenca de la Muga, otro de óxido y carbonato de hierro con galena de grano fino, muy inclinado al N. ó casi vertical y de un espesor de 40 centímetros. La galena se concentra en el yacente del filón con espesores que no pasan de cinco centímetros.

Al S. del elevado Pico de Basagoda se ven cinco enormes tajos á cielo abierto que datan de tiempo inmemorial, y varias labores modernas que siguen unos filones de cuarzo y barita con galena diseminada en bolsadas entre la segunda, y alineados verticalmente al N. 25° O. Inmediatas á esas labores se hallan las de la *Bella Tomasita*, donde arma en el pórfido blando un filón inclinado de 45 á 80° al N. 35° E., en el cual la galena de grano fino se divide en tres fajas que suman de 15 á 20 centímetros, separadas entre sí de 40 á 60. El mineral, tal como sale de la mina, produce 57 por 100 de plomo y 37 gramos de plata por quintal métrico.

En el cerro del Angle y otros sitios del término de Sarriá, cerca de la barriada de Pedralbes, en San Gervasio y en Horta hay varios

filones de galena, asociada generalmente á la pirita de cobre y al espato calizo, y también uno de este último mineral forma núcleos entre el pórfido verde de Putxet. Otros criaderos de secundario interés hay en San Pedro, Santa Coloma de Gramanet, San Cugat del Vallés, Martorellas, Montornés, Montmany, Vallcarca, Tagamanent y Montseny.

Desde tiempos muy antiguos fueron objeto de grandes explotaciones los de Bellmunt, que parte arman en el paleozóico, parte en el granito y en los pórfidos encajados en éste. Se reconocen dos sistemas: uno de filones inclinados al E.; otro con buzamiento septentrional, incluídos en un pórfido terroso y fino-granudo: varían sus inclinaciones de 30º á la vertical, y se componen de galena hojosa en hermosos cristales hasta de seis centímetros de grueso y galena fino-granuda y compacta, con gangas de barita, espato calizo y arcillas ferruginosas, acompañadas de blenda y de minerales cobrizos. Los espesores son muy variables.

Criaderos análogos hay en los inmediatos términos del Molá, Falset, Argentera, Escornalbou y Porrera, si bien los más ricos arman de preferencia en el paleozóico, según afirmó Bauzá. En los de Molá se observó que esterilizaban mucho por el lado del Norte.

Entre el granito anfibolífero de Cierc y Vilaller (Lérida) hay varios filones de galena antimonial argentífera con barita y blenda, algunos con más de dos metros de espesor, en general muy inclinados al N., pero en condiciones de localidad desfavorables para su explotación en grande.

En las manchas graníticas de los Pirineos de Aragón los criaderos de galena argentífera son los de mayor importancia, sin que todavía hayan adquirido mucho interés industrial. Algunos arman en el contacto de las rocas hipogénicas con formaciones sedimentarias sobrepuestas; y así se observa al N. de Astet, donde hay un filón entre el granito y las pizarras paleozóicas, con un espesor que varía entre uno y 12 centímetros, de galena de grano grueso, muy brillante, mezclada con otra mate, negruzca y cavernosa, que en el país llaman *argamasa*. En las Guaratas de Castanesa, á dos kilómetros al O. de Fon-

chanina, hay otro de galena argentífera fino-granuda, fuertemente inclinado al E., con un espesor de 10 á 30 centímetros entre un granito de grano grueso y mediano, de color verdoso. También arman en el granito con dirección NO. á SE. varios filones de la misma substancia junto á los ibones del Cao y Ordiceto, cuyo mineral, formando brecha con el cuarzo y la roca eruptiva, es ya de grano fino, ya hojoso, con algo de blenda y pirita. Otro criadero en bolsadas irregulares de galena de grano mediano y hojosa hay en Pondiellos de Sallent.

En la separación de las pizarras paleozóicas y del granito de Bielsa hay otros filones de galena argentífera, entre los cuales el más notable es uno del término de Siu, en las faldas meridionales de Suelsa, que inclina 65° al N.NE., con un espesor variable entre 0,10 y 1,50 metros, y se compone de una mezcla de aquella substancia con piritas ferro-cobrizas, hierro oligisto micáceo y hematites, gangas de cuarzo, caliza y tierras feldespáticas. En algunos puntos la galena se halla en la parte S. del criadero, y la pirita al N.; y cuando el filón se hace más arcilloso, la segunda ocupa ambas salbandas. La galena llega á tener hasta 128 gramos de plata por 100 kilogramos de plomo.

No lejos del anterior, en la pardina de la Comuna, existe otro criadero de galena en riñones ó bolsadas entre una tierra roja de feldespato descompuesto.

Diferentes filoncillos de galena argentífera con pirita de cobre se encuentran en la Solana y Paso de los Caballos, en las vertientes septentrionales del citado monte de Bielsa, en el contacto del granito con la arenisca roja.

Por otros lados de la Península, en Zamora, á 300 metros al NE. de Losacio y en las cercanías de Marquid, cruzan el granito, después el cambriano y luego el siluriano, en unos cuatro kilómetros de longitud, varias vetillas muy inclinadas al NE., compuestas principalmente de cuarzo con galena asociada al plomo blanco y al cloro-fosfato y cloro-arseniato de plomo con algo de plata.

A una legua al E. de Barraco (Avila), en el paraje llamado Arroyatos, á la derecha del Gazuata, arma en el granito un filón de cuarzo

ferruginoso con galena de grano fino y piritas ferro-cobrizas, dirigido de E. á O., con un metro de espesor en los afloramientos; en el cerro Altillo, del mismo término, se cruzan en la mina *Limosnera* uno de galena hojosa y granuda con ganga de cuarzo, inclinado al O.SO., y otro con carbonato y pirita de cobre, dirigido del E. 28° N. á O. 28° S., ambos encajados también en el granito; en la solana del Carnao, término de Hoyo de Pinares, hay otro casi paralelo al anterior, compuesto principalmente de cuarzo con pintas de pirita de hierro, blenda y galena; y más importante que los anteriores parece ser el situado en la parte alta de la garganta de los Caballeros, término de Navalonguillo.

En los términos de Cadalso y Cenicientos (Madrid), hay dos sistemas de filones metalíferos, según el Sr. Gil Maestre [1]. Los situados más al N., cuya potencia oscila de uno á tres metros, variando su inclinación de 70 á 80° al S., tienen ganga de sulfato de barita y algún cuarzo, y se componen principalmente de galena hojosa, á veces granuda, mezclada con blenda, piritas de cobre y de hierro en vetas de dos á tres centímetros. El segundo sistema se reconoce por sus crestones de cuarzo ferruginoso de gran potencia y longitud, y con la galena se asocian la blenda, las piritas y el carbonato de cobre en mayores proporciones que en los anteriores, á los que son paralelos.

Se citan, aunque pobres, algunos yacimientos de cuarzo con galena en El Escorial, La Granja, etc.

Al SO. de Mazarambroz (Toledo), cerca del arroyo de Guajaraz, relacionado con diabasas ó porfiritas que atraviesan el granito, hay un filón fuertemente inclinado al S., formado de galena hojosa y brillante en unos sitios, fino-granuda agrisada y con algo de carbonato en otros, acompañada de barita y de una masa compacta de óxidos de hierro. Algunas muestras alcanzan hasta 5,60 onzas de plata por quintal de mineral, y en ciertos puntos el espesor del criadero llega á un metro. En los términos de Argés y Guadamur, cerca de los ki-

(1) *Datos geológico-mineros sobre algunos grupos de minas del distrito de Madrid. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo I, pág. 284.

lómetros 11 al 14 de la carretera de Toledo á Navahermosa, hay un filón de galena y cuarzo con buzamiento al S.

Accidentalmente, en escasas cantidades se asocia la galena á la fosforita de algunos criaderos de Zarza la Mayor y existen bolsadas del mismo sulfuro de plomo en Miranda del Castañar; vetillas y filones en Martinamor, Campillo de Salvatierra, al N. de Aceituna, entre la Vera y el valle de Jerte, al N. de Hervás, entre Cilleros y Villamiel, todas localidades de la provincia de Cáceres.

Al N. de Valdemierque (Salamanca) es notable un filón de cuarzo con galena, sulfuro de antimonio y plomo verde en el contacto del granito y las pizarras cambrianas.

Numerosos filones de galena argentífera arman en el granito y en los pórfidos de Zalamea de la Serena (Badajoz), y han sido objeto de un interesante artículo del Sr. Oriol [1]. Uno con ganga de cuarzo y espato calizo y más de un metro de espesor inclina 80° al S. en Peña Lengua, acompañando á la galena, la blenda y la pirita de hierro, en una caja más descompuesta en el pendiente que en el yacente, con grandes soplados y trozos de granito en su masa. Paralelos al anterior hay otros dos filones en los pórfidos de los Dos Hijuelos; al SO. del Segundo Hijuelo se descubrió otro vertical alineado al E. 30° N., de $1^m,40$ de espesor, entre granito deleznable, con una faja central de cuarzo y dos laterales de carbonato de plomo; en la cañada Zurrera hay otro, alineado al N. 35° E., rumbo predominante; otro en el Atollar de los Frailes, algo antimonial, con un crestón ferruginoso, y otros varios en la Solana de la Dehesa y en la Rehertilla, todos con proporciones variables de 230 á 3040 gramos de plata en tonelada de mineral.

Inclinados de 70 á 80° al NE., con espesores comprendidos en 0,20 y un metro, arman en el granito de la sierra de Montoro (Córdoba) varios filones de cuarzo con galena argentífera que repetidas veces se intentaron explotar, aunque sin resultados; y en las escombreras del barranco del Hornillo y del cerro del Vidrio, por ambos lados

(1) *Rev. min.*, tomo IX, pág. 329.

del Arenoso, se recogen algunos cantos de galena con pintas de pirita de cobre, gangas de cuarzo y espato calizo que fueron ensayados hace tiempo, dando algunos hasta siete onzas de plata por quintal.

Carbonato de plomo.—Se halla asociado á la galena en Linares, Bailén, Guarromán, Carboneros, Vilches, Carolina, Campillo de Salvatierra, Montoro, Mazarambroz, Zalamea de la Serena, Bellmunt, etc. En el distrito de Linares abundó especialmente en la cabeza de los criaderos ó puntos de labores antiguas expuestos largo tiempo á las acciones atmosféricas, y se recogieron grandes cantidades en Arrayanes, Collado del Lobo y Cerro Pelado, donde eran tan terrosos que se confundian con el feldespato descompuesto.

Anglesita.—Aunque muy raro el plomo sulfatado, se halla en varias minas de la comarca plumbífera de Linares, donde se comprende industrialmente con el nombre específico anterior.

Fosfato de plomo.—En las minas *San Antón* y *Polonia* de Linares se sacaron en otro tiempo hermosos ejemplares en formas concrecionadas verdes que se volvian amarillas al cabo de cierto tiempo. Se asocia también á la galena en el Collado del Lobo y otros sitios de la misma localidad, así como en tierra de Salamanca, en Campillo de Salvatierra, Valdemierque, etc.

Cloro-fosfato y cloro-arseniato.—Se han encontrado asociados á las galenas de Marquid y Losacio, en la provincia de Zamora.

Wulfenita.—El plomo molibdatado se halla en la mina del *Socorro*, de Linares, en cristales tabulares, aislados, de color amarillo melado, brillo vítreo y 6,5 de peso específico. En los filones del Madroñal y de San Roque del mismo término también se recogieron otros ejemplares, así como en la sierra de Mijas (Málaga).

MINERALES DE COBRE.

Criaderos de Linares.—En prueba de lo que abundaron antiguamente los minerales de cobre en Linares, basta recordar que ya en 1590 se concedió autorización para construir allí una fábrica de cobre.

Piritas cobrizas y ferro-cobrizas, óxidos y carbonatos de cobre y hasta cobre nativo se hallaron en casi todos los filones, principalmente en los de *La Cruz*, mina del *Cobre*, *La Virgen*, *Alamillos* y *Valdeinfierno*. En la primera de estas minas se arrancaron 192966 quintales castellanos desde 1828 á 1846. Es regla general, sin embargo, que estos minerales desaparezcan á pequeña profundidad; y así se vió, por ejemplo, desde la tercera planta de la mina *La Virgen*, donde formaban dos masas prolongadas, una hacia el pozo *Tres Amigos*, y la otra hacia el de *San Judas*. Cuando se encontraban con los minerales plomizos, éstos se aislaban al yacente y aquéllos se concentraban en el pendiente. También desaparecieron los cobrizos de la mina del *Cobre* á los 65 metros de profundidad, y de preferencia se hallaron en el pozo de *Santa Inés*. En la mina *La Cruz* todavía se encontraron á los 225 metros al NE. del pozo de las Cadenas.

Pirita de cobre.—Varios criaderos de mineral de cobre existen en las manchas pirenáicas, y citaremos, entre otros, los siguientes: en la montaña de Montdevá, término de San Lorenzo de la Muga (Gerona), entre el pórfido protogénico arma un filón de 10 centímetros de espesor, formando riñones de pirita entre el cuarzo, que inclina 60° al N. 20° E. Inmediato hay en la misma montaña otro que fué objeto de importantes explotaciones, y en el cual á la calcosina acompañan el carbonato de hierro, la pirita marcial, la baritina y el cuarzo. El término medio de su espesor es de $0^m,80$, é inclina 38° al E. 35° N. Su rendimiento en cobre fué de 23 por 100, conteniendo además 20 gramos de plata aurífera en 100 kilogramos de mineral.

Arma en el granito común de mica negra de Masanet de Cabrenys (Gerona), otro filón de $0^m,80$ de espesor, inclinado 50° al NE., compuesto de una masa de mica blanca, cuyas laminillas envuelven granos diminutos de pirita arsenical de cobre, mezclada con clorita, anfibol y cuarzo; y en las rocas graníticas muy duras de las orillas del Riu hay otro filón compuesto de siderosa y baritina con bolsadas pequeñas de cobre gris y de calcosina.

Entre las manchas hipogénicas de las provincias de Barcelona y Tarragona, se presenta la pirita en los filones cuarzosos de San Just

Desvern, del Coll de Finestelles del Hospitalet, en el cerro del Angle y otros puntos del término de Sarriá y de los de San Gervasio y Horta. Vetillas pobres é irregulares de cuarzo con minerales cobrizos hay también en Arenys, Argentona, Martorellas, Vallromanas, Vallgorguina, Montnegre, La Garriga, Tagamanent, Orsavinya, Tiana, Alella, Falset, Argentera y Escornalbou; así como en los Montes Malditos, Saries de Benasque, Picos de Brazato, Bachimaña de Panticosa y otros puntos de la provincia de Huesca.

Un filón de pirita cobriza, acompañada de la arsenical, arma en la diorita que cruza el granito de Alaneda (Asturias) y hasta cinco filones de esta substancia hay enclavados en el granito de Zalamea de la Serena (Badajoz), dirigidos al N. 35° E.; y aunque sus muestras han dado de 19 á 26 por 100 de metal, son criaderos que ofrecen poco interés hasta la fecha.

En el cerro Muriano, junto al kilómetro 24 de la carretera de Córdoba á Villaharta, hay varios filones cobrizos que se explotaron en gran parte por los romanos. Otro filón de cuarzo cuprífero hay en el kilómetro 17 de la misma carretera que se prolonga hasta las orillas del Guadiato, cerca del cortijo del Quejigo.

Finalmente, se asocia en Cataluña á las galenas de Bellmunt, Mola, Siu, en Madrid á las del Espinar y Colmenar Viejo, y en Andalucía á las del distrito de Linares, etc., etc., por último, acompaña á la fosforita de Zarza la Mayor, Valencia de Alcántara y Alburquerque en Extremadura.

Cobre gris.—Exiguas cantidades de este mineral se han hallado en término de Avila, así como asociado á las piritas de Palafrugell del Riu y otros muchos puntos de Cataluña, á la galena de Vilches (Jaén), etc., siempre en exiguas proporciones.

Carbonatos de cobre.—De una manera general se puede afirmar que los carbonatos de cobre se asocian á la pirita del mismo metal en todos los criaderos que se acaban de citar. A la galena en Cenicientos, Cadalso, Cilleros, Villamiel y Barraco, en la cordillera del Guadarrama y al alcohol en el distrito de Linares y en Zalamea de la Serena, etc., é impregna filones de cuarzo sin interés industrial en

Mohedas, Carrascalejo, Aldeanueva, Villacastín, Zarzuela del Monte, San Esteban de los Patos, cercanías de Avila, etc., estando asociado á las fosforitas de Zarza la Mayor, Alburquerque y Valencia de Alcántara (Cáceres).

En una roca feldespática de las orillas del Riu (Gerona) hay un filón salpicado de manchas azules y verdes de carbonato.

Filoncillos de cuarzo impregnados de minerales cobrizos, sobre todo carbonatos, existen en Villacastín y Zarzuela del Monte (Segovia) inclinados de 80 á 85° al S.; mientras allí cerca, en el Espinar, inclinan 60° al SO., sin que hasta la fecha hayan presentado gran interés, á pesar de las diversas investigaciones hechas en varias épocas, pues su ley no pasa del 4 por 100.

A Poniente de un escorial antiguo arma en el granito estratiforme ó gneísico de Otero de Herreros (Segovia) un filón dirigido de N. á S. con un espesor medio de un metro, en su mayor parte cuarzoso, que, según ensayos que hizo el ingeniero alemán Riensch, produce menas con el 8 por 100 de óxido de cobre, el 5 de níquel arsenical y el 30 de blenda negra.

Linarita.—Proceden de Linares los ejemplares típicos de esta especie, constituida, como es sabido, por la combinación de los sulfatos básicos de plomo y de cobre, que por descomposición se desdoblan, según Perters, en cerusita y malaquita.

Crisocola.—Se ha citado el cobre hidrosilicatado en algún filón de Linares.

Casiterita.—Como substancias metalíferas beneficiables, los óxidos de estaño son los de mayor importancia en Galicia, sin que por eso sea extraordinaria su riqueza. La región estannífera comienza en el pueblo de Merza, límite N. de la provincia de Pontevedra; cruza la de Orense por el monte Testeiro y la sierra de Suido, donde se hallan enclavados los criaderos más importantes de los términos de Beariz y Abión; se inclina después al O.; sigue por Rivadavia, Freas de Eiras, Monterrey y Villar de Ciervos (Zamora), hasta el vecino reino de Portugal. El mineral se presenta en granos y cristales de diversos tamaños, ya sueltos con algo de pirita arsenical, ya en

filones de cuarzo asociado al wolfram, á la turmalina y á la mica. Esos filones, en Gomesende y Freas de Eiras, suelen pasar del granito al estrato-cristalino, raras veces exceden de 50 centímetros de espesor, suelen estar cruzados por otros estériles de cuarzo y se alínean de NE. á SO.

Los puntos precisos en que se halla entre el granito son: en el monte Arcucelos de Monterrey, en los de Peñauta y Ramilo, á 11 kilómetros al E. de Viana, en el Balsidrón al SE. de Rivadavia, y frente á Porto Momo, en las riberas del Tambre, á dos leguas al NO. de Santiago.

Se cree que en el granito de Salave (Asturias), se explotaron antiguamente minerales de estaño, de que hoy apenas quedan señales en las excavaciones grandísimas que resultaron al O. de la iglesia, y cuyos vaciados estima Schultz en más de cuatro millones de metros cúbicos. Se duda también si fué el estaño ó el oro el metal que los romanos explotaron en Asturias entre los filones piritosos de Ablaneda.

«Como en muchas partes sucede, dice en su Memoria de Zamora el Sr. Puig [1], los filoncillos de cuarzo con estaño asoman de preferencia en la zona de contacto del estrato-cristalino con el granito, atravesando indistintamente á las rocas de ambos terrenos, pero con mucha más frecuencia á las del primero, siendo el caso más general que unos mismos filones asomen en cierta parte de su longitud en los granitos y en otra mucho mayor en las otras rocas.» Así se observa en Carbajosa, Pino de Oro, Villadepera, Almaraz y Arcillera. Hay además vetillas en Moral y Pereruela, cristalillos muy escasos en el Hoyo de Manzanares (Madrid) y en las cercanías de Mérida (Badajoz).

OTROS MINERALES.

Cal carbonatada.—De interés secundario es la cal carbonatada en las masas graníticas, así como en los criaderos metalíferos que encajan en éstas, pues entre sus gangas predominan más bien el cuarzo y la barita. Como ejemplo de espato calizo dentro de la roca hi-

(1) Pág. 413.

pogénica, citaremos los romboedros hialinos encontrados al abrir el túnel de Torrelodones (Madrid), y las vetas que hay en las manchitas del Tibidabo, junto á Barcelona.

Espato fluor.—Acompaña los criaderos metalíferos de Colmenar Viejo y Colmenar del Arroyo (Madrid), así como á los de San Pedro de Papiol, Porrera, Bellmunt y otras muchas localidades de Cataluña que sería demasiado prolijo enumerar, tanto mas cuanto que siempre es en exiguas proporciones.

Wolfram.—Acompaña al estaño oxidado en el monte Balsidrón, al SE. de Rivadavia, frente á Porto Momo, en las orillas del Tambre al NO. de Santigo, en Carbajosa y otras localidades gallegas y zamoranas. En fragmentos hojosos se asocia al estaño oxidado del Hoyo de Manzanares, en la provincia de Madrid.

Tantalita.—Se cita de la Granja y de Buitrago, á uno y otro lado de la Sierra de Guadarrama, si bien con excesiva rareza, y es dudoso si existe en Trujillo (Cáceres).

Baritina.—Es una de las gangas de los criaderos metalíferos de Oix, Palafrugell, Montrás, Caldas de Malavella, Escorial, Guadarrama, Colmenar del Arroyo, Cenicientos, Cadalso, distrito de Linares y Carolina, etc.

Piritas de hierro.—Aisladas entre los componentes de las rocas ó asociadas á los criaderos metalíferos y de fosforita la marcasita, la esperquisa, la pirita magnética y la arsenical, se hallan en multitud de localidades sin ofrecer circunstancia digna de especial mención. En algunos parajes son auríferas.

Oligisto.—Al N. de la ermita de Nuestra Señora de la Cabeza, en Andújar (Jaén), hay muchos filones ferruginosos, muy inclinados al S.SE., y entre ellos es notable uno por la gran proporción de hierro oligisto que contiene.

El oligisto micáceo es uno de los diversos componentes del filón plomizo de Siu (Pirineos).

Hematites.—Entre los criaderos de hierro que asoman en el granito ó los pórfidos que le son anejos, merece citarse el del término de Oix, en el valle del Riu, que es una hematites roja, alojada en la

granatita. Es un mineral deleznable, de color rojo viscoso, explotado para la preparación del rojo Wandick. En las montañas de Rocacorva y Montdevá, cruzadas por el río La Muga, se explotaron antiguamente filones y bolsadas en los cuales la hematites parda, mezclada con cuarzo, suele alinearse con fuerte inclinación al N.NE.

En los Montes Malditos, en Panticosa y otros parajes de los Pirineos de Aragón abundan las hebras y venillas ferruginosas, debidas, sin duda, á la descomposición de las piritas.

Masas aisladas de hematites se hallan también entre el granito de San Fort de Capcentellas y en Vallcarca.

Siderosa.—Acompaña á la pirita cobriza en el filón que esta substancia presenta entre el pórfido talcoso de la montaña de Montdevá, término de San Lorenzo de la Muga, y se cita en diversos criaderos plumbíferos de Linares, Carolina, etc.

Pirolusita.—Bolsadas de escaso interés se encuentran en San Hilario de Sacalm (Gerona), y también asociada á las fosforitas de Zarza, Trujillo y otras localidades extremeñas.

Níquel arsenical.—Asociado á los criaderos cobrizos se presenta en Otero de Herreros (Segovia), cuyas menas contienen hasta el 5 por 100.

Blenda.—Se ha encontrado asociada al bismuto de Espinabel; á los criaderos cobrizos de Otero de Herreros y el Cuadrón; á los plomizos de Hoyo de Pinares, Cenicientos, Cadalso, Molá, al N. de Hervas, entre Cilleros y Villamiel, Zalamea de la Serena, Linares, Carolina, La Muga, Bellmunt, Cierc, Vilaller y Benasque.

Rutilo.—Suele hallarse en cristales alargados y aciculares en Horcajuelo, Buitrago y otros puntos de la sierra de Guadarrama.

Bismuto nativo.—Asociado á la blenda, se presenta, aunque escaso, en la roca plutónica que atraviesa el granito de Espinabel (Gerona), cerca de la frontera francesa.

Greenockita.—Se cita la pirita de cadmio, asociada á la blenda de Buitrago.

Uranita.—En Galapagar y Torrelodones (Madrid), acompaña á minerales de cobre; también se cita de Colmenar Viejo y se presenta en

bellas hojuelas cristalinas verdes de dos á tres milímetros de lado, con la fosforita de Trebejo, Valencia de Alcántara, Alburquerque y Albalá.

Antimonio sulfurado.—Cortando los de galena argentífera, dirigido al N. 15° O., en los granitos y pórfidos de Zalamea de la Serena (Badajoz), hay un filón de antimonio sulfurado acompañado de cuarzo y pirita de hierro, en que la substancia explotable se concentra en tres vetillas de 3 á 10 centímetros de espesor, y la mena de antimonio se asocia también á las galenas de Valdemierque y de otros varios puntos de la provincia de Salamanca.

Ocre de antimonio argentífero.—Entre un asomo de granito descompuesto del cerro de las Cogollas, junto á Losacio (Zamora), y relacionado con los filones que arman en el cambriano, se halló hace tiempo un bolsón de ocre antimonial, que se agotó sin dejar rastro y que sólo citamos como recuerdo.

Jamesonita.—Se ha encontrado este mineral asociado á la galena entre Cilleros y Villamiel y en Valencia de Alcántara.

Plata nativa.—Pequeñas bolsadas rellenan algunas cavidades del filón *San Miguel*, en La Carolina, y también, aunque rara, se encontró en algunos criaderos de Linares, localidades ambas de la provincia de Jaén.

Plata roja.—Exiguas cantidades se hallaron en los criaderos plomizos de Losacio y Robregordo.

Plata antimonial.—Accidental y muy rara en los filones de cuarzo de Caldas de Malavella (Gerona).

Oro nativo.—En microscópicas moléculas se incluye en las piritas de hierro del Montseny (Cataluña), Salave (Asturias), y en las dioritas y anfibolitas de la sierra de Peñaflor (Sevilla) existe aislado ó en laminillas adheridas á los sulfuros, arsenio-sulfuros y telururos metalíferos, ó entre las láminas cristalinas de los oxídulos y óxidos de hierro, según hizo observar el Sr. Nogués [1].

Molibdeno sulfurado.—En filoncillos cristalizados en tablas exa-

(1) *Compt. rend. heb. de l'Acad. de Sciences.*

gonales muy delgadas se ha encontrado á uno y otro lado de la sierra de Guadarrama, en Villacastín, túnel de Torrelodones, Navacerrada y Hoyo de Manzanares. Se cita además en Salave (Asturias) amorfo y cubierto de un ocre rojizo, y en Espinabel (Gerona) asociado al bismuto.

Esmeril.—San Ildefonso y Guadarrama en exiguas cantidades.

Andalucita.—En Serrada hay una masa cristalina de andalucita penetrada por láminas de distena: ésta en fibras incoloras á la luz natural, con débil pleocroísmo y absorción, finas estrías longitudinales y algunas transversas, y aquélla ligeramente rosada, con pleocroísmo y absorción viva, polarización cromática, extinción paralela y normalmente á estrías de exfoliación, indicando pertenecer al crucero fácil. Se encuentran también cristales sueltos en Horcajuelo y Somosierra, provincia de Madrid, así como en Noya y otros puntos de Galicia, y además en los Montes de Toledo y en la Serranía de Ronda.

Distena.—Hojosa y fibrosa en Montejo, Berrueco y Peguerinos, localidades de la provincia de Madrid.

Granate.—Salpica la masa de varios granitos de grano fino entre Encinasola y Villasbuenas, en Villacastín, Somosierra, Escorial, Horcajuelo y Toledo, y en los filones cuarzosos de Palafrugell.

Berilo.—Aunque sin duda abunda más en el gneis, se halla también el berilo en la formación granítica de la sierra de Guadarrama. En la parte alta del Pinar de Peguerinos, á Poniente de El Escorial, encontró el Sr. Quiroga un cristal de color azul claro asociado al feldespato ortosa y á la mica negra, rico en inclusiones líquidas, algunas de burbuja móvil, orientadas según el eje de simetría superior del mineral. Este berilo se distingue del de Miraflores por no hallarse aislado como elemento accesorio, sino formando una especie de pegmatita con los otros dos silicatos.

Grandes cristales asociados á los de turmalina se hallan en Presqueiras, Poyo, al S. de Salcedo, Lourizán y otras localidades gallegas.

Pinita.—Béjar, Escorial.

Leucofano.—Sienito de Villacastín?

Epidota.—Se halla en Brazato, Bachimaña y otros montes que ro-

dean la honda depresión de los baños de Panticosa, así como en un filón de cuarzo al NE. de Almadén.

Cordierita.—En granos cristalinos en el sienito de San Bartolomé y Santa Olallita.

Iberita.—En cristales piramidales de seis caras, cerca de Villalba (Madrid), y en prismas exagonales negruzcos en Montalbán (Toledo).

Ortosa.—Especialmente aislada en el Pirineo en el granito de La Garriga, de Montseny y de gran número de manchas hipogénicas en miles de localidades. En La Cabrera (Madrid) recogió Prado un ejemplar de más de cinco kilogramos.

Albita y oligoclasa.—También en gran número de localidades graníticas.

Caolín. —No á cientos, á millares se podrian citar los sitios en que, por la extrema descomposición de las rocas graníticas, hay depósitos de tierras caolínicas más ó menos beneficiables, ó filones intercalados entre aquéllas. Algunos de éstos han sido objeto de explotaciones incompletas ó poco sostenidas, y entre todos citaremos en primer lugar el yacimiento del Hoyo de Cerezo, á Poniente de Cercedilla, al pie de la sierra de Guadarrama. Allí hay un filón de seis á 12 metros de espesor, inclinado de 65° á 75° al O., cuyo caolín procede, según Piquet [1], de una pegmatita impura formada de cuarzo blanco, ortosa y labrador.

Próximo al anterior, en Majavilán, hay otro filón de caolín inclinado 65° al O., formado de cuarzo, labradorita descompuesta de color azulado, esteatita amarillenta y hojosa y una mezcla de feldespato y dialaga. Se halla encruzado por una roca verde magnesiana llena de cristales de dialaga, que en su contacto produce una arcilla verdinegra, y en la cual se ven señales de pirita y carbonato de cobre. Este filón, que atraviesa al granito, parece detenerse en el gneis.

En la Barranca hay otro filón de caolín análogo al de Hoyo Cerezo, de 20 á 25 metros de espesor, inclinado entre 32° y 50° al NO., y otro algo ferruginoso, dirigido N. á S., en la Vuelta de los Serradores.

(1) *Rev. min.*, XXII, 144.

De caolín más puro es el filón de Lecharón, que fué objeto de importantes labores hace veinticinco años, así como otro inmediato, llamado de Poyalejos. Se explotó aquél en una longitud de unos 400 metros con una profundidad de 20; su espesor llega á 28, é inclina entre 70° y 90° al O. Un dique de diorita alineado al NE. produce en él un salto de siete metros, inutilizando el caolín en una longitud de 60.

Todos estos yacimientos se hallan en la vertiente meridional del Guadarrama, pero también al otro lado de la sierra abundan los yacimientos de caolín, entre los que citaremos los del parador de San Rafael y casa de Prados.

En la provincia de Toledo, merecen mención los de La Puebla y San Martín de Montalbán, que fueron objeto de varias labores.

Halloisita.—Asociada á los filones de cuarzo, muy blanca y lustrosa, se halla á cinco kilómetros de Valdemorillo, cerca del río Aulencia, y también en Cercedilla.

Arcillas.—De las arcillas procedentes de la descomposición del granito, algo mezcladas de cuarzo y salpicadas de mica, ó sean lo que en tierra de Zamora llaman *barro grueso*, se fabrican excelentes retortas y crisoles para laboratorio en Moveros, Brandilanes, Villalcampo y Muelas del Pan, al N. del Duero. En Pereruela construyen de preferencia hornos portátiles y muy ligeros para cocer pan, de una pieza y de un metro de altura, en que de una vez no se cuece más de una hogaza.

Agalmatolita.—Objeto de interrumpidas labores es un criadero de agalmatolita verde que hay en La Bajol, junto á la frontera francesa, á 26 kilómetros de Figueras. Forma vetas de fácil explotación entre el granito, aprovechándose, reducida á polvo, en las fábricas de papel y de jabón.

Esteatita.—Junto al túnel de Zarzalejo (Madrid) hay dos filones paralelos, uno de un metro y otro de 22 centímetros de esteatita verdosa, con vetillas de cuarzo y algunos cristalillos de feldespato anacarado. Este mineral ha sido considerado por algunos como agalmatolita. En la falda meridional del castillo de Burriach, entre Argento-

na y Cabrera de Mataró (Barcelona), hay también filones de un metro de espesor que motivaron algunas labores.

Anfibol.—En los Montes Malditos abundan las agujas de anfibol de dos á cinco milímetros de largo. Se aisla también en masas al N. de Hervás y Baños, en Villatoro y otros muchos sitios de Salamanca donde asoman sienitos y pórfidos; se halla además en tierra de Cáceres, en Trujillo, entre Arroyo del Puerco y Malpartida de Cáceres, Zarza la Mayor, etc., así como en los filones metalíferos de Palafrugell (Cataluña) y en otros muchos parajes que sería excesivamente prolijo enumerar.

Tremolita.—Caldas de Montbuy.

Cocolita.—Escorial.

Asbesto.—En las oquedades de las diabasas que hay en el cabezo del Peruétano inmediato á Cañaveral del León, en las diabasas de la sierra Pelada de Hinojales y en el granito de San Marsal de Montseny.

Amianto.—En las diabasas terrosas de los Ginebras de El Almendro hay vetillas de algunos centímetros de espesor.

Mica.—La biotita se aisla en masas de más ó menos volumen en gran número de localidades graníticas que sería ocioso enumerar.

Turmalina.—Está en cristales aislados, haces de ellos ó penachos alrededor de un centro de cristalización entre Ortigosa y La Losa y San Miguel de Serrezuela, así como en Cabanillas, Venturada, La Cabrera, El Escorial, Miraflores, Buitrago y otros muchos sitios de la sierra de Guadarrama, sobre todo en las pegmatitas, y es muy frecuente en la zona de contacto del granito y del gneis en otro gran número de localidades que sería prolijo enumerar, tales como en Presqueiras, Poyo, al S. de Salcedo, Lourizán, Garrovillas, Mata de Alcántara, cerro de San Cristóbal de Logrosán, entre Arroyo del Puerco y Malpartida, Tibidabo, Caldas de Montbuy, cabo de Creus, valle de Arán, puerto de Mercadán, sobre los baños de Panticosa, etc., y digna de citarse por su belleza es una dendrita de turmalina negra hallada en el granito de Gerena (Sevilla).

Espinela cromífera.—Estepona.

Grafito.—En Toledo, en el puente de Alcántara.

AGUAS MINERO-MEDICINALES.

No hay aguas que igualen en finura y pureza á las que brotan en el granito, cuyas fuentes son muy numerosas en casi todas las manchas, pero también, por regla general, poco abundantes. Muchas dan el agua *cárdena*, con un color ligeramente blanco azulado que se cree debido á pequeñas dosis de un silicato de alúmina procedente de la descomposición del feldespato. En Andalucía y Extremadura, donde hay gran número de fuentes que brotan entre el granito en parajes llanos y se recoge en pozas pequeñas, el color lechoso del agua es muy marcado, lo cual no se opone á sus excelentes cualidades.

Brotan en el granito numerosos manantiales de aguas minero-medicinales, siendo de notar como más especiales de las rocas hipogénicas, las termales y varias sulfuradas-alcalinas.

Entre los manantiales de aguas minero-medicinales que brotan en el granito del grupo NE., merecen citarse las seis ferruginosas de Arbucias, siendo la nombrada de Tarrús la más abundante y estimada; las siete termales (59°) de las Caldas de Malavella, que son ascendentes y tienen gran proporción de nitrógeno y ácido carbónico; las tres acídulo-ferruginosas, frías de San Hilario Sacalm; las de las Motas y del Molí, inmediatas á las anteriores, y la salina termal de Santa Coloma de Farnés, todas ellas en la provincia de Gerona. Corresponden á la de Barcelona las muy afamadas de Caldas de Montbuy, cloruradas termales (70°), de que existen siete establecimientos de baños y tres fuentes públicas; las tres de igual naturaleza de la Garriga, con temperaturas de 41 á 45°; las muy parecidas á éstas, y también muy copiosas, de Caldas de Estrach ó Caldetas; las inmediatas á Titus y las bicarbonatadas de Prat de Argentona, próximas á Mataró.

Análogamente á lo que sucede en la vertiente francesa, las manchas graníticas de los Pirineos españoles son ricas y variadas en manantiales de aguas minero-medicinales.

En la provincia de Gerona son notables, entre otras, las de Campmany, cerca de la Junquera, donde hay una fuente sulfurosa, otra salino-sulfurosa y otra ferruginosa; las sulfuroso-sódicas de las Caldas de Bohí, de extraordinaria riqueza y variedad notable de temperaturas, pues las hay desde 6°, el del Boix, hasta 55°, las de la Cueva de la Casa de Baños; siendo intermedias las de Santa Lucía (25°), del Bou y del Cáñamo (32°), de la Tartera (35°), del Brazal (36°), del Baño Fuerte (49°); las sulfurosas, alcalinas y cálcicas de Les y otros puntos inmediatos del valle de Arán.

También brotan en el granito las afamadas fuentes de Panticosa, siendo nitrogenadas las del Hígado (27°,5), las Herpes (26°,6) y San Agustín (26°); sulfurada-sódica la del Estómago (28°,7), y ferruginosa bicarbonatada la del Ibón (28°).

Extraordinaria es la abundancia de aguas minero-medinales, sobre todo termales, que hay en el granito del grupo NO., no menos rico que los Pirineos en este concepto.

En la provincia de Pontevedra figuran en primera línea los 11 manantiales sulfurado-sódicos termales de Caldas de Cuntís, con temperaturas de 31 á 41° en El Castro, 22° en el Hornillo Viejo, 47° en el Hornillo Nuevo, 34° en Era Nueva, 36° en Era Vieja, 54° en la Burga y 57°,5 en La Virgen y Calle Real.

Los cinco manantiales de Caldas de Reyes (dos de Davila, dos de Acuña y uno del Ayuntamiento), son clorudado-sódicos, con temperaturas que varían entre 23 y 46°. En San Martín de Caldelas de Tuy hay uno clorurado-sódico, sulfuroso y nitrogenado termal (47°) y varios ferruginosos.

En cualquier punto que se excave el granito descompuesto de la isla de Toja, en la ría de Arosa, junto á Cambados, brotan manantiales de aguas clorurado-sódicas, yoduradas y ferruginosas, con temperaturas variables entre 24 y 60°.

Los cinco manantiales de los Baños Viejos y los dos de los Baños Nuevos de Carballo, de aguas sulfurado-sódicas, con temperaturas de 23 á 37°, son los más importantes de la provincia de La Coruña, donde además existen los tres cloro-yodo-bromurado-sódicos de Ar-

teijo, próximos á Loureda; los de Alqueidón; de Bar, junto á Santiago; de Bertoa; García Rodríguez, Oleiros y otros varios.

En el contacto del granito y las pizarras, á orillas del Miño, á un kilómetro de Lugo, están los cuatro veneros sulfurado-sódicos llamados Fresco (30°), Templado (35°), Arqueta (38°) y Caliente (44°), habiendo también otros sulfurosos fríos en Guitiriz y varios ferruginosos en la misma provincia.

Con extraordinario caudal figuran en primera línea los tres manantiales sódicos, con ácido carbónico y nitrógeno libre, de la ciudad de Orense, nombrados Burga de Arriba (66°), Burga de Abajo (67°) y el Surtidero (68°,5), que suman la cantidad enorme de 300 litros por minuto, ó sean 18 metros cúbicos por hora, lo que permite aprovecharlos con profusión para los usos domésticos, á parte de sus aplicaciones terapéuticas, si bien para lo último son más usados los del Onteiro que brotan en la misma ciudad con 34°, los de Mende, Caldas, Fuentes del Obispo, Cárcel Nueva, Hospital y otros. En San Salvador de Molgas hay tres bicarbonatado-sódicos, variedad silicatada, el Templado (40°), el Caliente y la Burga (47°), este último muy copioso, y por fin en Santiago de Caldas están la fuente sulfurosa del Obispo (23°) y varias termales, con temperaturas de 28, 40 y 60°.

Otras muchas fuentes de secundaria importancia hay en esta provincia una de las más interesantes y ricas en aguas minero-medicinales.

De Asturias sólo tenemos que citar la fuente de Prelo, sulfurosa fría, que hay al SE. de Boal, y la más importante, sulfuroso-arsenical fría (15 á 17°) que existe en Puelo, entre la Pola de Allande y Cangas de Tineo, muy acreditada en el país.

En la provincia de Zamora se encuentran las fuentes sulfurado-sódicas de Cobreros y las tres frías (15°), de igual naturaleza, de las Bouzas de Ribadelago, nombradas del Peñón, del Escalón y del Arenal.

Proporcionalmente á su extensión, el grupo granítico central es muy pobre en aguas minero-medicinales, reconociendo por causa principal el hallarse en un territorio de clima mucho más seco que el de los otros ya descritos.

En el manchón del Duero, al O. de Zamora, deben citarse las

siete fuentes de aguas sulfuradas de Almeida de Sayago, nombradas los Hervideros de San Vicente, y también la de Avelona y la de Pereruela.

La provincia de Salamanca tiene mayor importancia en este concepto, pues en ella se encuentran el manantial sulfuroso templado (28 á 31°) de Calzadilla del Campo y otro sulfurado sódico frío (17°), llamado del Estómago, á 300 metros del anterior. También son sulfurosos fríos los de Regajal, del término de Alaraz; del Salobral, en Horcajo de Monte Mayor; de Cuerpo de Hombre junto á Béjar; y los de Villarmuerto, que son más templados.

En el Sur de la provincia sólo hay dos manantiales minero-medicinales que merezcan citarse: el principal y muy abundante (2837 litros por hora) es el de Baños de Montemayor, que es de agua sulfurada-sódica, termal (42°), y el otro es la fuente Polvorosa de Santibáñez, también sulfurado, pero frío (15°) y de escaso caudal (40 litros por hora).

Citaremos, por fin, el de Santa Isabel, en La Granja (Segovia), que es frío (16°) y contiene carbonato de hierro y glerina; el de Mangirón, á dos kilómetros al O. de Cervera, sobre la derecha del Lozoya (Madrid), que es sulfurado frío; el de los Huevos Hueros de Piedrahita, sulfurado templado (20°) y de exiguo caudal; el de la Piedra del Portugués hacia la sierra, y otros más insignificantes que brotan entre Piedrahita y el Soto, todos estos últimos en la provincia de Avila.

El grupo granítico meridional es el más pobre de todos en aguas minero-medicinales. En la provincia de Cáceres están los dos manantiales sulfurado-sódicos de San Gregorio de Brozas; en la de Jaén es notable el nitrogenado-sódico (19°) de San José de la Aliseda, á tres kilómetros de las Navas, que es abundantísimo, y en la de Huelva existen los Baños del Manzano sobre la izquierda de la ribera de su nombre, en uno de los sitios más áridos y miserables del término de Almonaster, donde brota con escaso caudal entre una roca sienítica, y es carbonatado-sódico, como lo es también el de la fuente de Los Carrascos de Alájar.

CAPÍTULO II.

ROCAS HIPOGÉNICAS MODERNAS.

ARTÍCULO PRIMERO.

GENERALIDADES.

De color azul obscuro se han marcado en los mapas geológicos publicados por esta Comisión varias manchas hipogénicas de formaciones posteriores á las señaladas en el capítulo anterior, pero no todas de la misma edad, siendo en su inmensa mayoría terciarias y cuaternarias.

Grandes diferencias hay en la composición y manera de presentarse de estas rocas, que generalmente aparecen en manchas é isleos muy pequeños, con frecuencia reducidas á simples filones, diques y vetillas, contándose á millares los afloramientos descritos ó enumerados. Por su misma pequeñez no suelen imprimir carácter especial á comarcas de considerable extensión, sino más bien se dibujan desde lejos con varios matices obscuros, en general parduzcos ó pardo-rojizos en los fondos, de tonos más claros que las rocas sedimentarias entre las cuales asoman. Tales colores obscuros se deben á los productos ferruginosos ú ocráceos que resultan de la descomposición de estas rocas, las más ricas en óxidos y silicatos de hierro de cuantas existen. En los yacimientos donde la descomposición está poco avanzada, el terreno que describimos sobresale en cerros cónicos y crestas alargadas de erizados contornos y peñascosas laderas; pero donde abundan las tierras procedentes de su descomposición se redondean los contornos de aquéllos y hasta quedan depri-

midos y medio ocultos bajo los salientes de las rocas sedimentarias que los rodean.

Por la excesiva pequeñez y excepcional dispersión de la mayor parte de sus isleos y manchitas, es difícil señalar, siquiera aproximadamente, la extensión superficial que ocupan en España las rocas hipogénicas modernas; pero desde luego se puede aventurar que la cifra oscila entre 800 y 900 kilómetros cuadrados, de los cuales corresponden 200 á Almería, 110 á Guipúzcoa, 70 á Baleares y 62 á Ciudad Real. Siguen en extensión, entre 20 y 60 kilómetros, por orden de mayor á menor, Lérida, Gerona, Vizcaya, Navarra, Santander, Murcia, Huesca, Jaén y Cádiz, á las que siguen en tercer término Málaga, Alava, Zaragoza, Granada, Tarragona, Teruel, Soria, Castellón, Oviedo, Pontevedra, Palencia, León, Cuenca y Burgos, reducidas estas últimas á pocas hectáreas.

COMPOSICIÓN.

Dos series principales comprenden las rocas hipogénicas modernas: la ofítica ó diabásica, menos reciente, y la basáltica ó traquítica, distinguida de la primera en varios mapas con coloración diferente y bajo el especial epígrafe de rocas volcánicas.

En la primera serie comprendemos las ofitas, diabasas, dioritas, porfiritas recientes y kersantitas, y á la segunda referimos los basaltos, traquitas, andesitas, dacitas y liparitas.

En el capítulo anterior hemos ya dicho varias generalidades acerca de las diabasas, dioritas y porfiritas que sería ocioso repetir ahora, y pasaremos desde luego á exponer los rasgos más salientes que caracterizan las restantes.

Ofitas. — Por el gran número de sus asomos con que en diversas provincias se presentan; por las multiplicadas dislocaciones que se observan en los estratos inmediatos á ellas, y por su asociación á yacimientos salinos y yesosos que en muchas localidades existen, las diabasas y las ofitas son las rocas hipogénicas modernas más impor-

tantes de España. En Santander, en Aragón y en otros varios puntos se las llama vulgarmente *piedra ferriza* ó *herriza*, por suponer que son minerales de hierro, atendidos su color, su peso y su dureza, contribuyendo á ese error los productos ocráceos de su descomposición.

En los tiempos de Charpentier y de Dufrenoy, en que la ofita de Palassou se suponía compuesta de feldespato y anfibol esencialmente, podía pasar el nombre de ofita como sinónimo de diorita, y con este último nombre se han designado muchas diabasas y ofitas de diferentes provincias de España, llamándose afanitas cuando su masa es adelógena.

Si hubiéramos de seguir el parecer de Leymerie, el primitivo nombre de ofitas debe conservarse atribuyéndole un sentido geognóstico, aplicable no sólo á las diabasas y dioritas, sino á otras varias rocas en las cuales la epidota desempeña un papel importante. Ese tipo de rocas representaría, en tal caso, un hecho geológico idéntico en varias regiones, sobre todo en la pirenáica, donde constituye uno de sus rasgos geognósticos más característicos.

En su *Note sur quelques ophites des Pyrénées* (1), el Sr. Michel Levy caracteriza las ofitas por la presencia constante de la dialaga ó de la augita pasando á dialaga, moldeando ó envolviendo cristales alargados de feldespato triclínico, generalmente agrupados, englobando el conjunto cristales antiguos de hierro titanado. A esta agrupación de feldespato de consolidación reciente y de dialaga más reciente todavía deben las ofitas su estructura intermedia entre la granulítica y la microlítica.

La dialaga y la augita pasando á dialaga conservan los mismos caracteres en todas las ofitas. Es un mineral parduzco, sin dicroísmo, con dos cruceros *m*, *m*, uno más fácil que el otro. En sitios aparecen finas estrías, que con fuertes aumentos se resuelven en una serie de inclusiones opacas, paralelas entre sí. Con la dialaga se relacionan varios minerales de origen secundario, el anfibol, la ser-

(1) *Bull. Soc. geol.*, 3.ª ser., tomo VI, pág. 156.

pentina y la clorita, procedentes de su transformación, así como la epidota, producida por una modificación química del magma de la roca. Al pasar á anfibol, la dialaga se hace verdosa y dicróica con tintas verdes y azules; y en relación con ella presentan las ofitas playas redondeadas de una sustancia verde, concrecionada, con todos los caracteres de la serpentina, que con frecuencia toma tintas vivas de polarización, sin presentar individuos cristalinos de contornos definidos, pasando á una materia gomosa. No puede referirse siempre á la clorita, que, sin embargo, es en las ofitas uno de los términos de descomposición del anfibol, al que reemplaza. Aunque las más de las veces la serpentina procede de la alteración de la dialaga ó del anfibol, en ciertos casos particulares debe su origen á cristales de peridoto enteramente alterados.

La epidota que se halla en las ofitas, vista á la luz natural en placas delgadas presenta un matiz ligeramente verdoso y produce en sus contornos fenómenos bien marcados de reflexión total, procedentes de su fuerte refringencia, que le dan cierto relieve análogo al de la esfena y del granate. Entre los nicoles cruzados ofrece brillantes colores, sobre todo amarillos y anaranjados, de una limpidez más perfecta que los de la piroxena. Uno de los cruceros de la epidota según la cara *p* es generalmente muy marcado y produce trazas equidistantes; pero hay otro crucero correspondiente á la zona *p g* que, perpendicularmente á su longitud, interrumpe los haces de prismas de epidota alargados según la arista *p h*. Estos haces, en forma de abanico, se muestran en los filoncillos secundarios en que la epidota se asocia al cuarzo y aun al feldespato triclínico. Se extinguen constantemente según su longitud, puesto que la arista *p h* se confunde con uno de los ejes de elasticidad de la epidota, sustancia monoclínica. Cuando se presentan los haces en abanico, no hay duda que pertenecen á la epidota; pero puede haber dudas cuando este mineral se halla en granos irregulares, porque en las zonas *p g* y *h g*, á partir de las trazas de crucero fácil *p*, las extinciones oscilan entre 0 y 29°.

En las ofitas, no sólo se halla la epidota en filoncillos ó vénulas

secundarias, sino en pequeños agregados de cristales desarrollados en el magma, en cuyo caso no se la puede considerar como simple producto de alteración de la piroxena ó del anfibol, porque no hay pasos insensibles entre estos diversos minerales, sino más bien como sustancia de consolidación reciente, gracias á circunstancias locales ó á la naturaleza caliza de las salbandas.

Los feldespatos contenidos en las ofitas son generalmente triclínicos y se componen de láminas hemitrópicas yuxtapuestas según la macla de la albita, á la que se sobrepone á veces la de Carlsbad. Las secciones feldespáticas se presentan bajo el microscopio generalmente muy alargadas según la línea de la macla, y en gran número pertenecen á las zonas *p h* y *p g*. Según el feldespato que en ellas se encuentra, las ofitas se encuentran en dos series diferentes, las de labrador y las de oligoclasa. Estas últimas son generalmente ricas en cuarzo, que se debe considerar como parte integrante de muchas ofitas, en que se ofrece granulítico, en pequeñas playas redondeadas, moldeando los otros elementos, excepto la serpentina, y presentando numerosas inclusiones acuosas de burbujas móviles.

No se deben considerar las ofitas como pertenecientes á un tipo de rocas esencialmente básicas, puesto que se encuentra una serie numerosa caracterizada por la oligoclasa, á la que se asocian el ortosa y el cuarzo reciente libre. Este último es raro y accesorio en las ofitas de labrador.

En Andalucía las ofitas son más variadas que las de los Pirineos, predominando en aquéllas la piroxena, mientras que en las segundas pasan con mucha frecuencia á verdaderas dioritas.

La calcita abunda en las ofitas alteradas, sobre todo en las de estructura amigdaloide, rellenando sus cavidades. Consecuencia también de la descomposición de la augita en silicatos más básicos es la sílice libre, que se reconoce en varias ofitas alteradas, y por último, proceden también de las evoluciones de la augita los cristales de hierro magnético que suelen abundar esparcidos en la clorita.

Como elementos constantes de estas rocas entran además la magnetita y la ilmenita, que por su alteración producen el oligisto y la

limonita la primera; la esfena, la titanita y el ácido titánico la segunda; siendo de notarse que en las variedades compactas abunda más la magnetita, y en las cristalinas la titanita. Es frecuente la apatita en agujas exagonales, sobre todo en las variedades de elementos gruesos; y accidentalmente se observa con frecuencia la pirita de hierro en cristales que no es raro percibir á simple vista.

En resumen, los elementos esenciales que entran en la composición de las ofitas son: oligoclasa y augita en casi todas, labrador y dialaga en pocas, mientras la apatita y pirita de hierro son accidentales; y como productos deutógenos ó de alteración, se hallan hornablenda, clorita, epidota, calcita, magnetita y cuarzo derivados de la augita, caolín del plagioclasa, oligisto y limonita de la magnetita, esfena y ácido titánico de la ilmenita.

A tres variedadas principales corresponden la mayor parte de las ofitas: cristalinas, compactas y amigdaloides, con colores verdosos, ya de matices claros y amarillentos, ya negruzcos muy obscuros. Las cristalinas son las más abundantes, percibiéndose en ellas á simple vista ó con lente de pequeños aumentos las facetas de sus elementos mineralógicos, siendo más ó menos atraibles por el imán y con densidades que varían entre 2,8 y 2,9. Las compactas suelen ser de una masa homogénea de color negruzco, algo más densas y más magnéticas que las anteriores, pierden hasta el 15 por 100 de su peso al ser atacadas por los ácidos, y se funden al soplete con bastante facilidad. Las amigdaloides encierran nódulos y granos redondos de caliza y de clorita, habiéndose designado hasta hace poco con el nombre de espilitas en casi todas las Memorias geológicas.

En su conjunto las ofitas ofrecen numerosas variedades: unas que las aproximan á las diabasas, otras á los basaltos y melafiros, otras á las porfiritas augíticas, y no es raro que en una sola manchita se mezclen rocas correspondientes á diversas especies, como sucede en la laguna de Fuente Piedra, en que se asocian á porfiritas enstatíferas, y en las provincias de Cádiz y Baleares, donde pasan á andesitas piroxénicas.

En la mayor parte de las manchas ofíticas se ve la predisposición

de esta roca á dividirse en esferoides ó bolas en su mayor parte comprendidas entre cinco y treinta centímetros de diámetro, que se disgregan ó desmoronan por zonas ó casquetes concéntricos, presentando en su interior un núcleo menos alterado. Esta descomposición gradual de la roca comienza después de cuartearse ó subdividirse en trozos poliédricos irregulares, cuyas esquinas se van truncando gradualmente hasta redondearse los fragmentos que se van aislando.

Como regla general, según varios geólogos han hecho notar, las ofitas acompañan á las fallas y dislocaciones do los estratos. Las brechas formadas de trozos de rocas sedimentarias mezcladas con otras de ofita, presentan todos los tránsitos, desde una simple brecha de fricción sin ofita, hasta una masa compacta de roca ofítica típica, pasando por todos los grados intermedios en que los trozos de la roca hipogénica son cada vez más abundantes. Las más de las veces sólo se descubre uno de esos grados intermedios, de donde procede la obscuridad del fenómeno. Estas brechas son el relleno de fallas soldadas por la ofita.

De una manera general, por todas las provincias donde asoman las ofitas se ve su influencia metamórfica sobre las rocas sedimentarias entre las cuales aparecen: las calizas se hacen astillosas ó cavernosas, impregnándose de substancias ocráceas ó de magnesia, y cambiando en otros más claros sus primitivos colores; la arcilla se hace finamente hojosa ó pizarreña, ó se carga de hojuelas de mica desigualmente distribuidas; las areniscas adquieren matices más pálidos ó blanquecinos.

El yeso y la sal abundan también entre las rocas en que arman las ofitas, sobre todo en el trías; y sin duda son debidos á efectos de metamorfismo de la caliza por emanaciones sulfhídricas y clorhídricas que acompañaron á las rocas hipogénicas.

Aunque no tan frecuente, suelen también verse como efectos de metamorfismo de contacto entre las rocas sedimentarias en que arman las ofitas, filones de hematites procedentes de la parte ferruginosa segregada de la masa hipogénica y depositada en grietas ó fisuras producidas por su contracción al enfriarse.

Origen.—Siendo las ofitas de los Pirineos las conocidas y estudiadas desde larga fecha, han sido objeto de más repetidas controversias respecto á su origen; pero todo lo que en esta materia se diga de aquéllas, es aplicable á las restantes de la Península.

La mayor parte de los geólogos han supuesto y suponen que son de origen eruptivo; pero no faltan otros que las consideren sedimentarias. Examinando una mancha de estas rocas en el Valle de Arán, creyó Virlet d'Aoust [1] que descansaban sobre las areniscas rojas del trías, y quedaban cubiertas por las calizas jurásicas, sin que las capas apareciesen trastornadas; y en una sección del camino de Saint-Girons á Lescure entendió ver la ofita en bancos bien estratificados entre las margas yesosas y las areniscas rojas. Comprobada en varios sitios la continuidad de tales yacimientos, quedó para él demostrada la existencia de una verdadera capa, tan perfectamente estratificada en su conjunto como las demás rocas en que arma.

En virtud de sus observaciones, se pronunció por un origen sedimentario, mirando la ofita como una parte de las margas irisadas yesosas y salíferas que la cubren, constituyendo todas una edad bien caracterizada, equivalente al muschelkalk. En apoyo de estas ideas, supuso Virlet que las ofitas representan depósitos limosos del trías, como las arcillas plásticas representan los de una época más moderna; y que su composición debe variar hasta el infinito, según los sitios y el predominio de las rocas que representan; que un depósito compuesto solamente de sílice y algo de alúmina debió originar masas de petrosílex ó de pórfidos feldespáticos; que una adición de magnesia ó de cal pudo producir rocas dioríticas, anfibólicas ó piroxénicas; que si la magnesia reemplazaba á la alúmina, debieron formarse masas talcosas ó serpentínicas, y que, en fin, las emanaciones metálicas, alcalinas y ácidas, consecuencia de los levantamientos y dislocaciones del suelo, desempeñaron probablemente el papel de agentes mineralizadores en estas transformaciones.

En oposición á estas ideas, publicó Nogués una Memoria sobre las

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, segunda serie, tomo XXII, pág. 322.

ofitas de los Pirineos [1], en la cual se consignan los siguientes resultados: 1.°, que la ofita es una roca eruptiva y no sedimentaria metamorfoseada; 2.°, que no es un miembro de la serie triásica; 3.°, que hubo varias erupciones ofíticas anteriores al terciario; 4.°, que la ofita es una roca compleja que se refiere á varios tipos conocidos: diorita, anfibolita, lherzolita, pórfido y espilita.

Respecto al primer punto, agrega: «Las ofitas son productos eruptivos, generalmente de estructura cristalina, formados de substancias, ya en cristales visibles sobrepuestos y entrecruzados, ya en partículas cristalinas y microscópicas. Se presentan en masas irregulares ó intercaladas en los terrenos estratificados; forman filones, diques ó manchas que cortan ó modifican las capas ó masas aisladas, ya en cerros redondeados y en eminencias ó promontorios cónicos, ya en grandes masas tabulares salientes que penetraron lateralmente los planos de estratificación de los sedimentos. Con frecuencia presentan tránsito de una especie á otra ú otras, y tienen todos los caracteres de las rocas procedentes del interior en un estado más ó menos pastoso, á través de los sistemas secundarios.»

Añade también Nogués que los Pirineos, propiamente dichos, ofrecen numerosos ejemplos de capas sedimentarias más modernas que el trias, atravesadas por ofitas; y le parece poco probable que una roca esencialmente compuesta de silicatos, no conteniendo más que una débil cantidad de caliza, y, sin embargo, intercalada entre rocas calizas y arcillosas, pueda resultar de la alteración de una parte de éstas. «¿Cómo explicarse también, dice, que rocas poco ricas en alúmina se hayan formado justamente por la alteración de arcilla fuertemente cargada de esta substancia? Las ofitas presentan, es cierto, una composición diferente cuando se examinan yacimientos de épocas distintas; pero las que pertenecen á la misma edad ofrecen una composición casi idéntica, aunque manifiesten algunos tránsitos de una á otra especie de las rocas eruptivas mejor caracterizadas, y lo que se dice de las ofitas de los Pirineos ha sido observado en todas las ro-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, segunda serie, tomo XXIII, pág. 595.

cas anfibólicas de los Alpes, que tantas relaciones de composición, edad y situación tienen con aquéllas.»

La ofita ejerció influencias metamórficas sobre las capas que atravesó, y en los Pirineos son probablemente una de las causas de la transformación de ciertas calizas en mármoles, calizas sacaroideas ó laminares. En ciertos yacimientos la alteración de la caliza fué menos profunda; la capa, en contacto con la roca ígnea, se hizo celular ó cavernosa; adquirió sílice ó feldespato, hierro y á veces magnesia; las arcillas se cambiaron en margas ferruginosas de colores, con penetración de yeso y de cuarzo; se endurecieron, se hicieron pizarreñas, y á veces tomaron una textura pseudo-prismática, de manera que la roca ígnea se confundió con la sedimentaria.

En concepto de Magnan [1], la ofita es de origen hidrotermal ó neptúnico, como el yeso y la sal que le acompañan; esencialmente pasiva, contemporánea de los terrenos que la encierran; jamás se muestra en las juntas de las numerosas fallas donde debería encontrarse, y no metamorfoseó las rocas en cuyo contacto se presentan.

Varios son los geólogos españoles que niegan el origen eruptivo á las ofitas. Los Sres. Cortázar y Pato, en su Memoria de Valencia [2], comprenden su formación por fenómenos de segregación originados por fuerzas electro-telúricas, y en apoyo de este aserto dicen lo siguiente: «Nótase con frecuencia que las rocas adyacentes á las vetas y capas de yeso no contienen caliza ó ésta se halla en escasa proporción, y las que son margosas están representadas por arcillas. Hay otros casos en que, no habiendo avanzado tanto la segregación de la cal, al lado de cristales de yeso se encuentran pequeñas porciones de margas, conservando su naturaleza primitiva.» Y más adelante añaden: «La transformación del carbonato de cal en dolomia, que generalmente se relaciona también con la aparición de las rocas eruptivas, viene á comprobar la teoría de la segregación, pues difícilmente se explica de otro modo cómo la magnesia llega á formar parte escen-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, segunda serie, tomo XXV, pág. 709. *Materiaux pour une étude stratigrafique des Pyrénées et des Corbières*, pág. 30.

(2) Pág. 164.

cial de una roca que carecía de ella y que sólo pudo adquirirla con posterioridad á su sedimentación.»

En opinión del Sr. Palacios [1], «las condiciones que ofrecen las ofitas y espilitas de la provincia de Soria se explican más fácilmente admitiendo que se han originado por metamorfosis que considerándolas de procedencia eruptiva, puesto que, aparte de su estructura estratiforme y de su alternación con los materiales sedimentarios, entre los que forman masas lenticulares aisladas, aparecen comprendidas en los niveles superiores del trías, sin que se observe hayan atravesado los estratos del grupo inferior del sistema.»—El mismo Sr. Palacios repitió igual opinión en su *Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza.*

El Sr. Calderón opina [2] que el origen sedimentario y metamórfico de las ofitas, explicado por los detritus de otras rocas anteriores, es una suposición insostenible desde que el microscopio descubrió en ellas una composición y una estructura completamente distintas de las de las rocas clásticas; agrega inmediatamente después que, en su concepto, las ofitas son el producto extremo de una metamorfosis con cristalización de las rocas arcillosas impregnadas de diversos elementos, metamorfosis producida por la acción de los esfuerzos orogénicos; y todavía más adelante añade: «Como el resultado de la descomposición de las ofitas y de otras rocas cristalinas es arcilla, es evidente que un proceso de integración contrario debe ser capaz de regenerar dichas rocas. Los filones ofíticos presentan frecuentes ocasiones de comprobar toda serie de tránsitos de las rocas arcillosas á la cristalina más característica: ésta forma un núcleo de capas concéntricas, de las cuales las más externas son las más ligeras y menos transformadas. Estos tránsitos, así como la arcilla ofítica que separa al núcleo de las capas que lo rodean, se han atribuído á efectos de descomposición; pero yo he visto en contacto con la ofita unos barros endurecidos, constituídos por un conjunto de cristalillos

(1) *Descrip. física, geol. y agríc. de la provincia de Soria*, pág. 204.

(2) *La región epigénica de Andalucía y el origen de sus ofitas. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 518.

frescos de feldespato y de piroxena, sin el menor producto de alteración, á los cuales considero como ofitas en vía de formación.»

«No es posible todavía determinar el conjunto de circunstancias asociadas para originar las ofitas; pero es indudable que el esfuerzo orogénico debió actuar sobre elementos dotados de una composición suficientemente compleja para que en ellos se desarrollasen grandes energías químicas. Esos elementos los suministrarían las margas que se acumulasen en determinados parajes, después de enriquecidas de materias salinas y orgánicas procedentes del exterior y de haber sufrido una acción epigénica. Con esos factores se originarían los volcanes de lodo que produjeron un barro caliente, preparado para transformarse en verdaderas rocas cristalinas, ya en los mismos lugares, ya al inyectarse entre las capas inmediatas por la presión de los vapores que se originaran.»

Así se explica el Sr. Calderón la falta de uniformidad en la composición y estructura en cada masa de ofita y la repetición de la misma serie de variedades en diferentes masas, correspondientes estas variedades á diferentes grados de intensidad del agente metamórfico.

«La ofita, continúa después, que aparentemente se encuentra interestratificada, debió penetrar en estado pastoso, como lodo, y transformarse después. Cuando la fuerza elástica (del vapor de agua, hidrógeno sulfurado y ácido carbónico) era bastante poderosa para vencer la resistencia de las capas arcillosas empapadas por las aguas, ocurría una erupción de lodo caliente y se formaba alrededor un cono de cortas dimensiones; pero en la mayor parte de los casos ese lodo se inyectó en los huecos de las capas, y aprisionado en sus pliegues, la presión, el calor y demás agentes lo convirtieron en una roca cristalina.»

Termina el Sr. Calderón su trabajo asegurando que cuando un terreno salífero, rico en margas y arcillas, magnesiano y yesoso, se halla sometido á un esfuerzo tangencial, ha debido producir los fenómenos epigénicos llamados ofíticos y dar origen en los anticlinales á verdaderas rocas cristalinas macizas.

Edad de las diabasas y ofitas.—En cuanto á la época ó épocas de la aparición de las ofitas, se han emitido también encontradas y diversas opiniones. Cordier las considera como rocas pirogénicas cretáceas; Lyell supone también cretácea la ofita de Dax; d'Archiac, refiriéndose á los Corbières, admite que las ofitas pueden haber aparecido de un modo esporádico en diversas edades; y de esta juiciosa opinión, comprobada posteriormente, han sido Elie de Beaumont, Leymerie, Nogués y otros muchos. Magnan las describe en todos los terrenos hasta el cretáceo inferior, donde equivocadamente supone concluyen, asegurando que, si aparecen entre las formaciones posteriores, únicamente se debe á fallas ó á pliegues.

Hebert, Carez y otros geólogos señalan como triásica la edad de las ofitas; y en una nota comunicada á la Academia de Ciencias de París el 6 de Marzo de 1882 se distinguen tres épocas en las erupciones de los Pirineos: la primera, anterior á la caliza de goniatites; la segunda, inmediatamente después del depósito de esta caliza, y la tercera, un poco antes del lías.

Refiriéndose principalmente á las de Andalucía, el Sr. Calderón ha consignado en varios escritos que ni las ofitas ni los fenómenos epigénicos que las acompañan son exclusivos de una edad determinada, sino que se han producido hacia el fin del terciario y durante el cuaternario, donde quiera que las capas han ofrecido el conjunto de circunstancias necesario para ellas y donde han actuado con mayor energía los agentes orogénicos.

Sin duda alguna, la mayor parte de las ofitas y diabasas corresponden á diversas edades comprendidas entre el trías superior y el mioceno. Provincias hay, como Huesca, Jaén, Tarragona, Soria, Zaragoza, etc., donde constantemente se asocian á las rocas del triásico superior; en otras, como en la de Vizcaya, están, sin excepción, enclavadas en el cretáceo, á cuyas capas trastornó ó metamorfoseó; en otras, como en Navarra y Guipúzcoa, se observan en diferentes formaciones, y corresponden tal vez á distintas apariciones, á partir del liásico hasta el mioceno.

Su anterioridad al cretáceo superior en los Pirineos aragoneses

es evidente desde el momento en que se encuentran, como así sucede, en los estrechos del Run, por ambos lados del Essera, cantos de ofita en los conglomerados de la base de aquél. La posterioridad al eoceno de otras erupciones quedó demostrada por el Sr. Adán de Yarza en varios asomos guipuzcoanos y alaveses, asegurando respecto á las de Vizcaya que su aparición se relaciona con el levantamiento de los Pirineos.

Kersantitas cuarcíferas.—Con relación á las kersantitas cuarcíferas recientes de Asturias, el Sr. Barrois hizo un estudio minucioso en sus excelentes *Recherches sur les térrains anciens des Asturies et de la Galice.* Son rocas cristalinas formadas de feldespato triclínico y de mica negra, como elementos esenciales, en una pasta fundamental, finamente granuda ó compacta, que encierra además cuarzo granulítico, anfibol y un mineral piroxénico. La pasta gris azulada obscura, micro-cristalina ó porfídica está compuesta de cristales microscópicos de plagioclasa, anfibol y mucho cuarzo, viéndose además con grandes aumentos, como elementos accidentales, otras substancias que se citan más adelante.

El feldespato es la variedad de la plagioclasa llamada microtina, y se presenta en cristales que varían de cinco á 20 milímetros de largo, en general vítreos, bien conservados; pero á veces muy alterados y descompuestos. Dichos cristales suelen con más frecuencia estar maclados según la ley de la albita en cristales polisintéticos, y á veces hay una segunda macla cuyas estrías hacen un ángulo de 90 grados. Una parte de estos feldespatos parece referirse al labrador y otra á la oligoclasa. En muy desiguales proporciones encierran inclusiones de materia amorfa verdosa, aparte de hojuelas de hornablenda y de mica que á veces se acumulan en el centro de algunos cristales.

Algunos ejemplares encierran cristales grandes de sanidino, aunque escasos.

La mica se halla en tablas exagonales de contornos roídos ó recortados, encerrando en sitios apatita ó granos irregulares de hierro oxidulado.

El anfibol, menos abundante, se ofrece en grandes cristales prismáticos pardos ó verdes muy dicróicos, también con iguales inclusiones que la mica. La casi totalidad de aquéllos corresponde á la hornablenda; pero hay algunas secciones fibrosas alargadas que se pueden referir á la actinota.

No es rara la piroxena en cristales de primera consolidación, las más de las veces en granos rodeados de uralita, de contornos irregulares y no dicróicos.

Una variedad de dialaga ó de gedrita, todavía no del todo bien definida, se ofrece también en cristales y granos parecidos.

Imprime carácter especial á estas rocas el cuarzo, que por si solo constituye la casi totalidad de la pasta, en granos granulíticos irregulares redondeados, con inclusiones líquidas.

Entre las substancias accidentales se encuentran las siguientes: hierro titanado, con frecuencia transformado en titanomorfita ó esfena; mica potásica en penachos, calcita procedente de los feldespatos, epidota, clorita producida á expensas del anfibol, molibdenita en hojas exagonales, zircón en prismas cuadráticos muy pequeños, turmalina azulada en cristales mal terminados, cassiterita, rutilo en agujitas entre el cuarzo, pirita cristalizada, hierro oxidulado y talco.

En el citado trabajo, el Sr. Barrois compara las kersantitas de Asturias con las rocas hipogénicas más afines [1], deduciéndose de su estudio que á las kersantitas antiguas de Bretaña y de Nassau son á las que más se parecen. Nuestras rocas se distinguen, sin embargo, por ser mucho más pobres en apatita, por el estado fresco de sus feldespatos triclínicos llenos de inclusiones vítreas y por su abundancia de hierro oxidulado no hidratado. Estas dos últimas diferencias atestiguan al propio tiempo su origen más reciente.

De las ofitas más ácidas se distinguen principalmente por su estructura, á consecuencia tal vez de que mientras la piroxena dialágica de aquéllas es de consolidación posterior á la de las plagioclasas, en las kersantitas sucede lo contrario.

(1) *Recherches*, pág. 149.

Tampoco se pueden confundir con ciertas variedades de dacitas, pues éstas son de estructura traquitoide, mientras que las kersantitas son de estructura granítica.

Los pórfidos azules del Esterel son otras rocas muy afines; pero nuestras kersantitas se distinguen de ellos por su extrema escasez de feldespato-monoclínico.

Por su contacto con las rocas en que arman las kersantitas, causaron modificaciones metamórficas que indicaremos al tratar del sistema cambriano.

Basaltos.—«Con el nombre de basaltos se comprendían hasta no hace mucho, dice Lasaulx en su excelente *Einführung in die Gesteinslehere* (1), las rocas constituídas esencialmente de plagioclasa y augita con magnetita, siendo el olivino un elemento característico, mas no esencial. Por las investigaciones microscópicas se hizo más tarde evidente que entre las rocas parecidas exteriormente á los basaltos, con quienes se confundían, hay muchas que carecen de plagioclasa, y se descubrieron basaltos de nefelina y basaltos de leucito, considerándoles como subdivisiones del gran grupo de los basaltos junto á los propiamente tales.»

Los basaltos quedan hoy reducidos á los equivalentes recientes de las diabasas con olivino y de los melafiros antiguos; y sus componentes esenciales son la plagioclasa, la augita y el olivino, á los que se asocian continuamente la magnetita y la apatita. Su textura es siempre gránulo-microlítica, nunca gránulo-granitoidea, y por la existencia de su base vítrea afectan una estructura porfídica.

La plagioclasa de los basaltos forma cristales alargados de maclas multilamelares, pobres en inclusiones, y no se ofrece en granos irregulares como los otros dos elementos. La augita es predominante, ya en cristales, ya en granos, con frecuencia maclada y de estructura zonar. El olivino carece de contornos cristalográficos bien marcados, y se presenta, no sólo como elemento propio de primera consolidación, sino como inclusiones en gran parte refundidas ó disuel-

(1) *Precis de Pétrographie*, traduit de l'allemand par H. Forit, pág. 227.

tas con el magma, en cuyo caso les rodean franjas de segunda consolidación, principalmente de augita, olivino, plagioclasa y magnetita. Se le reconoce fácilmente por su alteración en serpentina, así como por encerrar cristalillos de picotita ó espinela cromífera.

Como productos secundarios existen la hornablenda en grandes individuos y en la masa fundamental, envueltos en magnetita negra y con sus contornos redondeados, carbonatos, zeolitas, cuarzo y otras variedades del ácido silícico.

Limburgita.—La limburgita ó el magma basáltico es una roca sin feldespato parecida á los basaltos, compuesta de una base vítrea dominante con cristales de olivino y de augita, á los cuales se añaden accesoriamente apatita, hornablenda y magnetita. Varían mucho el color y la proporción de la base vítrea, que presenta una desvitrificación microlítica y cristalina.

Traquita.—Roca muy variable de coloración y aspecto, cenicienta, rojiza, amarillenta, verdosa ó morada, generalmente porosa, compuesta de sanidino, hornablenda, mica magnesiana, plagioclasa y otros elementos accesorios en una masa vítrea abundante.

Según el Sr. Calderón, de quien extractamos estas ideas generales, el sanidino de las traquitas del SE. de España se presenta en tres tipos, aislada ó simultáneamente: en cristales porfídicos, en granos y en fragmentos de naturaleza más pétrea, compacta y homogénea. Los individuos porfídicos, perceptibles de ordinario á simple vista, se resuelven en el microscopio en maclas sencillas, que á veces se combinan en agrupaciones complejas. Abundan las inclusiones vítreas de biotita, hornablenda y aun algunas gaseosas, alineadas en el centro más que en la periferia de los cristales. Los granos porfídicos resultan de un trabajo de trituración de los cristales, al que sigue otro de consolidación mediante una substancia sanidínica.

Varía mucho la proporción de hornablenda que entra en las diversas traquitas, generalmente en fragmentos pequeños dispersos y en individuos porfídicos parecidos á mica magnesiana, siendo regulares, alargados y pardo-verdosos los más puros. Las inclusiones que en-

cierran son de magnetita, y algunas vítreas y gaseosas. Accidentalmente suele encerrar agujas de apatita.

Pocas veces falta en absoluto la plagioclasa como elemento porfídico, y es fácil de confundir con el sanidino.

La mica suele abundar en ciertas variedades, á veces con láminas de dos milímetros, brillantes, pardo-obscuras y tendidas con cierto paralelismo. Al estado microscópico predominan los fragmentos irregulares ó fibrosos, muy semejantes á la hornablenda.

Varía de unas á otras traquitas la proporción de magnetita, siempre en granillos microscópicos.

La base vítrea entra en grandes proporciones, abundando en ella los productos microlíticos de diversa naturaleza, sin que se pueda precisar si resultan de agregación ó de evaluación.

Liparita.—Es la traquita cuarcífera, distinguiéndose por ser más compacta y pesada, de pasta afanítica áspera al tacto, con tendencia á la fractura concoidea, muy resistente á la descomposición, siendo entre sus elementos el sanidino el primero que se altera, dejando huecos en las caras exteriores de la roca, que en tal caso aparece porosa.

Dacitas.—El aspecto general de las dacitas es igual al de los pórfidos cuarcíferos, de cuyas rocas son los representantes modernos. En su pasta verdosa, dura y silícea se destacan cristales de hornablenda verde ó negra, algunos de más de un decímetro de largo, pero que generalmente aparecen como partículas obscuras, puntos blanquecinos de un milímetro de plagioclasa, y granillos de cuarzo que sólo se adivinan por su brillo. Á veces existen riñones y capitas de calcedonia que llenaron grietas preexistentes ó grandes vetas de cuarzo irregularmente distribuídas; pero, en general, las penetraciones de sílice más importantes se efectuaron durante el estado semiplástico de la roca.

Al microscopio se ve que en ésta predomina el plagioclasa en cristales y maclas de textura concéntrica, con infinitas burbujas interpuestas, sobre todo en su centro; el sanidino y la biotita escasean; abundan los cristales de hornablenda casi siempre maclados, y el

cuarzo está muy diseminado en granos redondos, así como la magnetita. Dichos minerales, más una substancia amorfa, constituyen la materia fundamental de la roca, á la que se agrega un contenido de sílice mucho mayor que en las liparitas.

En armonía con el carácter silíceo de estas rocas, la caolinización presenta una fisonomía particular; las partes expuestas á la intemperie resisten tenazmente, pero en las grietas y en el seno de la pasta se forman capas blancas en polvo muy fino.

Andesitas.—Confundidas hasta hace pocos años con otras rocas hipogénicas diversas, los estudios micrográficos de varios ejemplares, principalmente del SE. de la Península, donde abundan, las han dado á conocer de una manera indudable. El interesante estudio petrográfico del Cabo de Gata, del Sr. Calderón, ha arrojado mucha luz sobre esta clase de rocas. Según el distinguido Profesor de la Universidad de Madrid, hay tres variedades de andesitas: la micáceo-cuarcífera, la anfibólica y la augítica.

Las andesitas micáceo-cuarcíferas se parecen á las traquitas en vías de alteración, distinguiéndose por su extraordinaria abundancia de hojuelas de mica negra, en una pasta gris con bandas ó manchas amarillas, aquellas, á veces, en diseminaciones porfídicas de dos centímetros. Los pequeños elementos porfídicos son los cristales de feldespato, blancos cuando están frescos, amarillos al descomponerse. Esta variedad es menos compacta que las otras, más áspera al tacto, pareciendo más alterada aun en los casos en que no lo está.

Al microscopio se ve la plagioclasa en individuos de estructura concéntrica ó aislados, rica en inclusiones vítreas, habiéndose observado una macla cuya proyección exagonal en los pequeños grupos se tomaría por esférulas que se extinguen por segmentos cuando el contorno poligonal está borrado. El sanidino se halla en cristales y maclas con caracteres parecidos á los de la nefelina, con la cual se confundiría á no comprobarse su insolubilidad en el ácido nítrico. Se hallan también la hornablenda, menos abundante que la biotita, con la cual se confunde si no se percibe bien su cristaliza-

ción; el cuarzo en granos grumosos ó impuros, y como accesorios el granate almandino en cristales redondos hasta de 8 milímetros y la cordierita en fragmentos cristalinos hasta de 5 milímetros, de color azul celeste.

La andesita anfibólica, con ó sin mica magnesiana, es la combinación de plagioclasa en cristalitos pequeños, y hornablenda en grandes cristales alargados negruzcos, ó pardos, ó verdosos, á lo que se unen el sanidino y otros elementos accesorios en una pasta gris, compacta, homogénea, áspera al tacto, que al microscopio se la ve constituída por plagioclasa y trozos muy abundantes de hornablenda, con bisilicatos trapeanos, granillos de magnetita, todo envuelto por un semicírculo incoloro. La analogía de estas andesitas con las traquitas plagioclásticas es tan grande que no se puede distinguir sin el auxilio del microscopio, remitiendo al lector para estos detalles á lo que más adelante decimos de la región volcánica del Cabo de Gata.

La andesita augítica, combinación de la augita con el plagioclasa, es la que tiene mayores analogías con los basaltos, de los que difiere por su falta de olivino y por su estructura más apretada. Por su aspecto de lava basáltica y por la ausencia de individuos porfídicos grandes, se distingue de las otras andesitas. La pasta es compacta, pesada, obscura, negruzca, áspera al tacto, de fractura concoidea, con cavidades irregulares tapizadas de productos de alteración de la augita, y envuelve cristales diminutos ó microscópicos de feldespato blanco y augita negra. Las de grano más fino se resquebrajan interiormente en poliedros irregulares. Al microscopio el plagioclasa aparece en maclas con grietas irregulares é inclusiones vítreas, asociándose á veces el sanidino; la augita en granos abundantes, también con inclusiones de magnetita, encontrándose además como accesorios la hornablenda y el olivino. Falta la apatita ó es muy escasa.

Según el Dr. Ossan [1], las andesitas micáceas, las dacitas y las nevaditas de la región SE. de España componen un grupo especial,

(1) Véase el extracto de su obra *Veber den geolog. Ban den cabo de Gata*, hecho por el Sr. Calderón, en las *Actas Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XXI, pág. 88.

que puede definirse por los siguientes caracteres: 1.° La riqueza en individuos porfídicos, en oposición á la materia fundamental que les da aspecto de nevaditas y que el Sr. Botella clasificó de traquitas graníticas. 2.° El predominio de la biotita entre los individuos porfídicos, asociada en parte á piroxenas monoclínicas y rómbicas, y por excepción á la hornablenda. 3.° Sus dos feldespatos, el plagioclasa del tamaño normal en las rocas andesíticas, y el sanidino en cantidad variable y en individuos que miden de cinco á seis centímetros de largo, á veces, con el aspecto que tiene en los granitos porfídicos. 4.° La abundante materia vítrea fundamental, con la sola excepción de los sitios en que las atraviesan filones, como en Mazarrón y Cabezo Rajado. La cantidad de cuarzo es muy variable, pues hay andesitas desprovistas por completo en el Hoyazo y la Rambla del Esparto, mientras otras son muy cuarcíferas.

Para su más fácil exposición, dividiremos las rocas hipogénicas modernas en cuatro grupos regionales: 1.°, cántabro-pirenáico; 2.°, central; 3.°, mediterráneo, y 4.°, meridional.

ARTÍCULO II

REGIÓN CÁNTABRO—PIRENÁICA

En casi todas las provincias de la región cántabro-pirenáica, desde Galicia hasta Cataluña, existen islotes y manchitas hipogénicas modernas, en primer término de ofitas, y en menor número de traquitas, kersantitas y basaltos.

Varios isleos se hallan poco estudiados desde el punto de vista de su composición, figurando algunos entre las dioritas, que probablemente serán diabasas ú ofitas.

Pontevedra.

Basalto nefelínico de Las Cruces y Larazo.—Entre la compleja é interesante serie de rocas hipogénicas modernas de la región cánta-

bro-pirenáica, son notables los dos extremos basálticos de las provincias de Pontevedra y de Gerona, tan distintos en su composición de los variados asomos ofíticos de las demás comarcas intermedias.

Entre Lázaro y Las Cruces, á dos leguas al S. de Arzúa ó seis al E. de Santiago, ya observó Schultz é hizo notar en su *Descripción geognóstica de Galicia* un filón de basalto entre el gneis porfiroide, de cinco varas de grueso, con una longitud indeterminada, y que en el Mapa general se señala desde cerca de Galegos hasta acercarse á las márgenes del Ulla, junto á Insúa, en una longitud de 10 kilómetros.

Estudiado al microscopio uno de los ejemplares por el Sr. Mac-Pherson, describe en sus *Apuntes petrográficos de Galicia* (1) la íntima composición de sus elementos. En su pasta finísima hay envueltos algunos fragmentos relativamente grandes de olivino más ó menos serpentinizado, cristales de augita y algunas placas de zeolita. Con aumentos suficientes se resuelve la base de multitud de cristalillos y fragmentos de augita, cubos pequeños de magnetita y abundantes productos serpentinosos, todos unidos por una base hialina, que viene á ser un vidrio nefelínico. La augita, en cristales sueltos ó maclados por la cara de la ortopinacoide, se agrupa á veces en cuatro ó cinco cristales hemitrópicos; su dicroismo (rojizo y azulado) es casi nulo, y sólo tiene pequeñas inclusiones de magnetita. También se observa en algunos cristales de este mineral un crecimiento en zonas, y sus dimensiones varían en extremo.

Se presenta el peridoto en trozos de regular tamaño, en general profundamente serpentinizados, en formas irregulares, aunque á veces muestran los apuntamientos agudos que le caracterizan, y sus inclusiones se reducen á algunos esporos gaseosos y pequeñas partículas de magnetita. Ésta se halla abundantemente repartida por las rocas, no sólo en los cubos pequeños de las inclusiones, sino en trozos grandes de contorno irregular.

El Sr. Mac-Pherson llama la atención acerca de la semejanza de este basalto con los de Ciudad Real, siendo verdaderamente notable

(1) *An. de Hist. Nat.*, tomo X, pág. 85.

su aislamiento respecto á rocas hipogénicas parecidas de otros puntos de la Península.

Asturias.

Kersantitas cuarcíferas.—El Sr. Barrois considera [1] tres variedades principales: granitoides, porfiroides y compactas, las primeras más ácidas que las otras.

Manchita de Salave.—Entre los concejos de Salave y de Campos, en las escarpas de Cierva hay una masa de kersantita granitoide que mide tres kilómetros de SE. á NO. por uno de ancho. Sus cristales de oligoclasa son límpidos, de bordes intactos, con inclusiones vítreas dispuestas en zonas concéntricas, paralelas á los bordes. Abunda mucho menos el sanidino, generalmente descompuesto en una materia filitosa parecida á mica blanca, y hay algunas playas de ortosa que pasa á microlina. La biotita existe en fajitas negras muy policróicas, con prismas diminutos de apatita, mucho menos numerosos que en las micas de las kersantitas antiguas. Con fuertes aumentos se ven algunas de esas hojitas epigenizadas por mica blanca en penachos. Hay cristales de piroxena bien caracterizados, y los cristales de la dialágica (gedrita?) son más numerosos, pasando á un anfibol muy dicróico. En unos ejemplares se ve el anfibol bien caracterizado, á veces con inclusiones negras en ramitos ó pasando á viridita. El hierro oxidulado de reflejos azulados está rodeado en sitios de láminas pardas muy dicróicas de biotita. Abundan los granos de cuarzo de consolidación posterior á los elementos anteriores, á los cuales se agregan casi todos los accidentales que se expresaron en las generalidades de este capítulo.

De la mancha cristalina principal se desprenden varios filones entre las pizarras cambrianas que las rodean, algunos muy ricos en calcita y mica blanca, además de ortosa. En otros puntos de aquella

(1) *Recherches sur les térrains anciens des Asturies et de la Galice*, pág. 138.

la roca es porfiroide, y por la parte del Norte, en las escarpas de la Cierva, hay varios filones de kersantita compacta verde negruzca, curítica, que al microscopio acusa abundancia de hierro oxidulado, con hierro titanado y esfena. Su biotita contiene apatita y se asocia á la hornablenda; abundan la gedrita y el labrador, cuyos cristales encierran inclusiones vítreas. En uno de los filones se observa que la pasta carece de cuarzo, formándola casi exclusivamente los microlitos de labrador.

Relacionado con estos filones hay otro, también de kersantita compacta, en la bahía de Figueras, entre las pizarras piritosas, donde brota agua minero-medicinal. En este filón, en vez de hornablenda, se encuentra la actinota asociada á los demás elementos característicos.

Filones de la Pola de Allande.—Unos paralelos á las pizarras y otros cortándolas oblicuamente, hay unos cuantos filones de kersantitas en las inmediaciones de la Pola de Allande. Se cuentan cuatro entre Presnas, Otero y Lomes, que apenas pasan de un metro de espesor, y en los cuales la roca es porfiroide, de pasta azulada, con grandes cristales de feldespato triclínico, mica negra, granos de cuarzo y prismas verdosos, notándose al microscopio que el anfibol es más abundante, y los minerales piroxénicos raros.

Fragmentos de kersantita porfiroide abundan en el siluriano del NO. de Lomes, al E. de cuyo pueblo asoma otro filón de seis metros de espesor de la misma roca, cortando oblicuamente las pizarras cambrianas, en cuyo contacto éstas se transforman. Su oligoclasa está más descompuesta que en los filones anteriores, la biotita es más rara y su elemento dominante es el anfibol, en trozos descompuestos, verdes, muy dicróicos. La pasta es una mezcla de micro-granulita y micro-pegmatita con muchos cristalitos de oligoclasa, algo grandes para merecer el nombre de microlitos, y con frecuencia maclados.

Al S. de Celón hay otro filón de kersantita porfiroide distinta de las anteriores, porque su mica negra, muy abundante, está en microlitos alargados en lugar de grandes playas más ó menos exagonales. Á simple vista se distinguen en la roca gruesos cristales blancos de feldespato estriado y gruesos granos de cuarzo en una pasta azu-

lada obscura. Al microscopio se notan como elementos de primera consolidación el feldespato triclínico, el sanidino muy raro, el anfibol muy descompuesto, hierro magnético, mica negra en láminas muy escasas y algunos granos dudosos de piroxena. La pasta está formada principalmente de minerales feldespáticos, con poco cuarzo muy fino y pajitas alargadas de mica parda.

Filón de Selviella.—Al S. de Leiguarda, cerca de Salas, hay entre las areniscas silurianas un filón de kersantita compacta verde azulada, de aspecto eurítico, á cuyo feldespato triclínico, en cristales vítreos con zonas concéntricas y numerosas inclusiones, se asocian algunas playas de sanidino. Abunda la biotita en hojuelas exagonales festoneadas y acompañadas de magnetita; también abunda la augita más que en las variedades anteriores, algo de gedrita y pocos granos de cuarzo. Su pasta consta principalmente de cuarzo de corrosión de contornos curvos ó apariencia vermicular, envolviendo cristalitos pseudo-microlíticos, de feldespato labrador en su mayor parte; algunos, aunque raros, de feldespatos monoclínicos, viéndose, por fin, granos de anfibol y de hierro oxidulado titanífero.

Filones de Infiesto.—Al O. de Infiesto, en una falla que separa los terrenos paleozóicos del cretáceo, hay un filón de kersantita, descompuesta en su mayor parte, parecida á una diorita granitoide de grano fino y color obscuro. Á simple vista se ven en ella granos lamelosos de feldespato blanco mate, mica negra y anfibol parduzco. Con el auxilio del microscopio se percibe su oligoclasa maclada según la ley de la albita, y también de la del periclino, sobrepuesta á la primera; el sanidino escasea; la piroxena incolora, maclada según la cara *h'*; la gedrita, con estrías parduzcas paralelas á *h'*, transformada en anfibol en sus bordes y envuelta por mica negra que tiene prismas de apatita, está acompañada de hierro oxidulado, y á veces convertida en los bordes en mica blanca. También hay algo de turmalina azul.

Al S. del anterior, junto á Lozano, hay otro filón más potente de kersantita granitoide en unos sitios, compacta en otros, encajado también entre los terrenos antiguos y el cretáceo. Abunda la oligo-

clasa en grandes cristales maclados, descompuesta en parte en clorita según zonas concéntricas. El sanidino presenta una apariencia franjeada; abunda la biotita con apatita; escasean los minerales piroxénicos más que en el filón anterior, y en cambio hay mucha hornablenda verde, en parte transformada en clorita. Hay bastantes granos de cuarzo con inclusiones líquidas, de formas irregulares, algunas móviles á la temperatura ordinaria.

En el centro del filón está la variedad compacta, con cerca de un metro de espesor. Es de color azulado su feldespato, que parece ser labrador mezclado con anortita, muy poco frecuente; la gedrita está muy repartida; la mica negra con apatita se asocia á las playas de anfibol, y hay además agujitas que pueden ser de rutilo. La pasta cuarzosa es parecida á la de la kersantita de Selviella, fuera de la abundancia de cristalillos feldespáticos.

Estos dos últimos filones hacen pensar al Sr. Barrois [1] que las kersantitas de Asturias se formaron en la época de las fallas que dislocaron el cretáceo. Y como concuerda con éste el eoceno marino de Colombres, deduce que su aparición corresponde á la época del levantamiento de los Pirineos, entre el eoceno y el mioceno.

León.

Los datos relativos á rocas hipogénicas en esta provincia se reducen á las indicaciones de dioritas ó diabasas en isleos cerca de Villanueva del Vierzo, en la bajada del cerro de la Guiana á la herrería de Llamas, entre Luyego y Lucillo y en el extremo S. del pueblo de Riolago, faltando detalles de yacimiento y composición.

Palencia.

Dioritas de Carracedo.—Siguiendo la carretera que de Cervera de Rio Pisuerga conduce á la Liébana (Santander), entre las masas gra-

(1) *Recherches*, pág. 160.

níticas inmediatas á Carracedo se presentan otras hipogénicas más modernas, clasificadas de dioritas y anfibolitas, si bien está por hacer su examen micrográfico. Son notables por la abundancia de dodecaedros rombales de granates almandinos que encierran en algunos puntos y por la gran cantidad de cuarzo que en otros ofrece, constituyendo un tránsito marcado al petrosilex. También son de interés estas rocas, porque á ellas se subordinan los criaderos de cobre allí existentes.

Santander.

Todas las rocas hipogénicas de esta provincia corresponden al grupo de las ofitas.

Ofita de San Vicente de la Barquera.—El importante grupo de las rocas ofíticas empieza á señalarse en los confines de Santander y Oviedo, en las inmediaciones de San Vicente de la Barquera, por donde el malogrado naturalista Sr. Quiroga, poco tiempo há fallecido, á quien se deben interesantes estudios petrológicos, encontró diversos fragmentos y esferoides entre las arcillas cretáceas. Uno de ellos fué recogido cerca del puente de la Maza y examinado detenidamente al microscopio por dicho naturalista, quien describió esta roca del modo siguiente [1]:

Es de color verde muy obscuro y textura cristalina, si bien no tan desenvuelta que permita distinguir con claridad unos de otros todos los diversos minerales que la constituyen; y en el seno de esta masa tan poco individualizada macroscópicamente, sólo se reconocen á simple vista abundantes masas de contornos vagos, con fuerte brillo argentino y finas estrías. Al microscopio se la ve formada de oligoclasa, piroxena, magnetita, ilmenita, apatita y cuarzo como elementos primitivos. La oligoclasa en individuos de tamaño intermedio, presenta cristales sencillos y otros maclados, ya de dos, ya de

(1) *An. Hist. Nat.*, tomo X, pág. 106.

tres de ellos, siendo de notar que cada uno de los polisintéticos puede considerarse formado por dos grupos de maclas, uno de elementos muy anchos y el otro muy estrechos.

La piroxena es el único mineral que se reconoce en la roca á simple vista por su brillo argentino, á veces también maclado, y encerrando, además de poros gaseosos en series, abundantes cristalillos de plagioclasa convertidos en finísima arenilla. Derivadas de la piroxena, se encuentran la clorita en fibras y laminillas irregulares y la biotita rodeando los bordes de los individuos de facies dialágica, ocupando con éstos los espacios interfeldespáticos. Preséntanse también tránsitos insensibles de una y otra substancia que son muy difíciles de describir, y faltan por completo en esta serie evolutiva de los citados silicatos la hornablenda y la epidota que existen en las ofitas de la misma provincia, que luego describiremos.

La magnetita y la apatita escasean; en cambio abunda la ilmenita en secciones exagonales y triangulares, rara vez bien conservada, en general bordeada de titanomorfita, y, por fin, el cuarzo, estrechamente unido al feldespato, forma pequeñas masas irregulares de límites borrosos, principalmente en los alrededores de las masas feldespáticas.

Las diferencias que, en resumen, separan esta ofita de las demás encontradas en la misma provincia, son las siguientes: mayor desarrollo en su estructura cristalina á causa de la más completa individualización del feldespato; el gran tamaño y la pureza de los individuos piroxénicos; la presencia de ilmenita, titanomorfita y biotita, y la falta de hornablenda y epidota.

Ofitas de Pando.—En el pico ó cueto de Pando, cerro cónico que descuella al SE. del pueblo, en el Ayuntamiento de Molledo, sobresale una mancha ofítica que de NO. á SE. mide una longitud de 2500 metros, con un ancho medio de 2800. Comienza junto á la fábrica y estación de Portolín y llega hasta el campo León, en esferoides y en masas compactas limitadas por caras lisas.

Dos variedades se observan en este isleo: la de Pando y Portolín, que son muy felsíticas, y la de Casares, que es más perfectamente

cristalina. En ambas, según los Sres. Calderón y Quiroga [1], se comprueba al microscopio la escasez de epidota, la abundancia extrema de la piroxena y de su inmediata derivada la dialaga, así como de viridita, materias serpentinosas y mucha escasez de hornablenda, lo cual demuestra mayor analogía con varias ofitas del Mediodía de España que con las de los Pirineos, cuyas mayores proporciones de anfibol las hace más afines á las dioritas.

«La serpentinización de la piroxena, agregan dichos señores, demuestra que la evolución de este mineral no se realiza en la sola dirección de los silicatos piroxénicos, sino que lo verifica también en sentidos divergentes, relacionándose mediante ella con los silicatos puramente magnésicos. Esta serpentina, como todas las de su origen, presenta una facies que la distingue perfectamente de las derivadas del peridoto. Pero observando que en estas ofitas la piroxena se halla en granos muy menudos esparcidos sin orden en la masa feldespática, debemos suponer que aquellas se originaron por el empastamiento de una roca clástica piroxénica ó piroxénica-vítrea por la materia felsítica. Hallándose esta ulteriormente en algunos puntos en condiciones favorables, se fueron diferenciando en su seno individuos feldespáticos, arrojando fuera los granillos piroxénicos, los cuales en unos puntos desplegaban su facies dialágica y en otros sufrían acciones químicas que los transformaban en hornablenda y epidota.»

Todas las ofitas de Pando son magnéticas, de fractura concoidea y á veces astillosa; su feldespato oligoclasa ofrece frecuentes agrupaciones triclínicas, mucho mejor diferenciadas en Casares que en los otros puntos de la mancha, en los cuales abunda más que en Casares la materia felsítica, generalmente muy turbia. En un ejemplar del citado Casares, dentro de una gran masa piroxénica, se observan diversos núcleos irregulares de pasta feldespática con prolongaciones radiales tortuosas, lo que parece indicar que al ser comprimida aquella por el feldespato, debió aprisionar en diversos sitios fracciones de la segunda.

(1) *Erupción ofítica de Molledo. An. Hist. Nat.*, tomo VI, pág. 35.

Se suelen hallar, además de magnetita y titanita, láminas de hematites, especialmente en Casares, algunas íntimamente unidas á las grandes masas de magnetita de las que, sin duda, proceden. En la misma localidad no es raro observar el cuarzo en granillos irregulares y algunos trozos exagonales, pudiéndose percibir á veces, confusamente delineada, la sección de un diexaedro, formas ambas frecuentes en los pórfidos feldespáticos y cuarcíferos. En este cuarzo, que fué, sin duda, uno de los últimos minerales formados en la roca como residuo excedente de la constitución de los silicatos, son muy interesantes las inclusiones: unas de apatita en agujas prismáticas; otras fluidas, agrupadas en series lineales entrecruzadas con alguna burbuja gaseosa, fija casi siempre, movible en algunos casos. En una de esas inclusiones observaron los citados geólogos un cristalillo cúbico, indudablemente de cloruro sódico, á cuya substancia en solución saturada, más bien que al ácido carbónico, refieren dichas inclusiones fluidas.

Al N. de este isleo se han recogido en Los Corrales numerosos cantos rodados de una roca parecida, cuyo yacimiento se hallará tal vez en el centro de un pliegue ó en una falla de las capas jurásicas.

Ofitas de Fombellida.—Dos asomos ofíticos repartidos á un kilómetro á L. y P. de Fombellida y otros dos á NE. y SE. del mismo, también distantes un kilómetro, señala Maestre en su Mapa de Santander. El más extenso es el de P., sobre el que está edificada la Colegiata de Cervatos, que por dicho rumbo llega hasta Quintanilla, abarca el cerro nombrado la Cotorra de Pedro de Hoyos, avanzando al N. hasta Cervatos.

Al S. de Quintanilla se cortan varios asomos, desde un poco á L. de Olea, pasada la cuesta del Bardal hasta Barrio Palacios, por la vertiente izquierda del Camesa, y entre los cuales se incluyen tres señalados por Maestre cerca de Reinosilla y Monterrepudio.

Ofitas de El Llano.—En sus datos para la geología de Santander [1], los Sres. Puig y Sánchez indican varios asomos en las inme-

[1] *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XV, pág. 317.

diaciones de El Llano, al NE. de Reinosa. Uno de ellos, en que con la ofita de grano grueso y fino vienen espilitas con venillas de cuarzo, descuella en la loma nombrada La Planta de Cañeda; un poco más á L., entre Reinosa y Corconte, en el límite de los términos de Requejo y Orzales, hay otro entre las capas del trías superior, lo mismo que los anteriores, y al N. de la población, bajo las areniscas cretáceas, hay otro parecido.

Ofitas de Cayón y Carriedo.—Dibujando en su conjunto una U inclinada al NO., hay una mancha ofítica que está formada de dos fajas, pasando su extensión de cinco kilómetros cuadrados, desde Santa María de Cayón hasta San Martín de Carriedo, teniendo su vértice á un kilómetro á P. de Llerana. La rama dirigida al NO. con 500 metros de ancho, termina en un ensanche irregular entre Santa María y Totero, siguiendo al S. de Lloreda y Bascoña hasta Esles, comprendiendo los montes La Quebrantada y La Cotarra. La otra faja ocupa los montes de Saco y Castillo, parte de la vertiente meridional de la sierra Caballar y continúa al E. de Sandoñara doblándose por ambos lados de la carretera de Villacarriedo hasta terminar junto á Escobedo, dando antes asiento á Villafubre.

Encajan estas ofitas en las margas del trías superior, y según el Sr. Ramírez Lasala, son de composición bastante uniforme, formada de láminas pequeñas de hornablenda (?) verde negruzca [1], mezcladas con partículas blanquecinas de feldespato labrador. Ambos elementos se hacen casi indiscernibles á simple vista en algunos puntos, formando una pasta verdosa obscura, que fué clasificada de afanita por su agrupación adelógena.

En varios parajes la roca presenta diferentes grados de descomposición, la cual avanzó hasta transformarse en un caolín blanco en La Quebrantada y La Cotarra, términos de Totevo y Esles. Aquí este mineral terroso es de grano fino, suave al tacto, motivando varias excavaciones para su aprovechamiento, que pudiera realizarse en grande escala á juzgar por su abundancia.

(1) Falta comprobar al microscopio su determinación y probablemente será piroxena.

El Sr. Ramírez Lasala explica la formación de estos caolines [1] del modo siguiente: «Los agentes atmosféricos ejercen su acción sobre la roca, que, agrietada y resquebrajada en todos sentidos, multiplica las superficies de contacto del ácido carbónico de la atmósfera y de las aguas. Este ácido obra sobre los silicatos de cal y de sosa, convirtiéndolos en carbonatos y bicarbonatos solubles, y la sílice, al estado naciente, es arrastrada por las aguas juntamente con ellos. El óxido ferroso se sobreoxida é hidrata, y con tales reacciones se destruye la cohesión que existía entre los elementos, que se desmenuzan, reduciéndose á arena silícea y á materias arcillosas teñidas de hierro, que por su purificación producen el caolín.»

Ofitas de Liérganes y Solares.—En el perímetro señalado por los pueblos de Solares, Hermosa, Liérganes, Penagos y Cabarcén abundan los asomos ofíticos. Uno de los más salientes es el del monte Cotoñite, que es cónico, de base elíptica, alineado al NE., de 600 metros de longitud, al N. de Liérganes, entre Anaz y Hermosa, rodeado de las arcillas yesosas del trías.

En una longitud de más de tres kilómetros, con un ancho de uno, junto al pueblo de Solares é inmediata al río Miera, hay otra mancha de ofita, sobre la cual están edificados Valdecilla y Anaz. Sus caracteres son idénticos á los de las anteriores, y también abundan allí los esferoides, sin dejar de presentarse estratiforme en algunos sitios. Por el N. le rodean las calizas arcillosas cretáceas, y por el S. las arcillas yesosas triásicas.

Otro isleo parecido hay cerca del empalme de la carretera de Torrelavega á la Cabada con el camino de Hermosa; abundan además los cantos sueltos de ofitas entre Solares y Hermosa, entre Pámames y Penagos, y, por fin, los Sres. Puig y Sánchez los han recogido en la playa del Sardinero, confirmando la sospecha de Maestre de que el fondo de la bahía de Santander está ocupado por una roca hipogénica.

Ofitas de Laredo.—Los citados geólogos Sres. Puig y Sánchez en-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo V, pág. 170.

contraron dos isleos ofíticos entre las capas urgonianas de Laredo. Uno es el nombrado Canto de Laredo, que sustenta la batería del Rastrillar, destacándose con un kilómetro cuadrado de superficie en un peñasco saliente en el mar, por donde se corta muy escarpado. Otro isleo mucho más pequeño es el de Punta Yesera, á Levante del anterior.

Vizcaya.

Tres especies de rocas hipogénicas, esmeradamente estudiadas y descritas por el Sr. Adán de Yarza, asoman en esta provincia, y son las ofitas, las tefritas y las traquitas. Estas últimas en una mancha única; las tefritas en otra, asociadas á las ofitas, las cuales afloran en numerosos yacimientos casi todos situados al costado NE. del gran pliegue anticlinal que atraviesa la provincia de NO. á SE., á cuya alineación general se acomodan.

Pasan de 50 los afloramientos de ofita que hay en Vizcaya, y en casi todos la roca es de textura granudo-cristalina, es decir, que no tiene bien señalados los dos tiempos de consolidación, precediendo la cristalización del feldespato á la de la piroxena que se amoldó entre sus huecos. Es la textura que Michel Lévy llamó *ofítica*, correspondiente á la *diabásico-granuda* de Rosenbusch.

Ofita de Orduña.—Al pie de la peña de Orduña, cerca de esta ciudad, hay un asomo acompañado de grandes masas de yeso. La roca hipogénica es de idéntica composición á la de las siguientes manchas.

Ofitas de Bilbao y Portugalete.—Á derecha é izquierda de la ría de Bilbao hay varios asomos ofíticos. el mayor de los cuales está en el extremo meridional de la mancha traquítica de Axpe, entre Deusto y Erandio. Por el extremo opuesto de Axpe hay otros asomitos en las colinas de Lejona, cerca de la vega de Lamiaco, y en contacto con uno de ellos las margas pizarreñas cenomanenses se levantan hasta la vertical.

Al otro lado de la ría, entre Santurce y Portugalete, hay cuatro

diques verticales, el mayor de poco más de dos metros de espesor, atravesando las calizas arcillosas cretáceas, entre las cuales y la roca hipogénica hay hebras y venillas de espato calizo.

Junto al puente de San Antón, de Bilbao, se descubre en la bajamar un exiguo afloramiento; otro aún más pequeño se oculta bajo las capas de Las Calzadas, en la subida á la iglesia de Begoña; en la falda SO. de Archanda hay otro en la prolongación de la línea NO. á SE., eje de las rocas macizas de Axpe, y, por fin, otra masa ofítica se cortó por el túnel del ferrocarril de Lezama.

Un ejemplar de Lejona, de color verde uniforme muy obscuro y de grano fino, examinado al microscopio, demostró la presencia del oligoclasa en cristales turbios, augita rojo-morada, hornablenda poco abundante y de color castaño, magnetita, apatita y clorita, que penetra en los cristales de oligoclasa. Con la luz polarizada se nota que los trozos intactos de augita brillan con vivos colores en medio de la clorita que los envuelve, á la cual se asocia una substancia incolora, la analcima, que apenas ejerce acción sobre dicha luz. En este mineral se perciben unas esferolitas fibroso-radiadas, tal vez del grupo de las zeolitas.

El yacimiento del puente de San Antón ofrece la particularidad de contener augita, mica negra, cuarzo de origen secundario y calcita, además de la oligoclasa, en parte caolinizada, y hornablenda medio transformada en clorita y en un mineral parduzco.

Grupo ofítico de Guernica.—No sólo en Vizcaya, sino entre toda España, es notable por su excepcional desarrollo superficial el grupo ofítico de Guernica, en el que sobresale la mancha sobre que está edificada la villa. Al O. de Guernica y Luno se extiende por Rigoitia y Arricta, tuerce á Meñaca, pasa al NE. del balneario de Larrauri y termina en la collada que separa las montañas de Solluve y Jata. En su extremo oriental cruza á los términos de Ajanguiz y Arrazúa, midiendo en total una longitud de 20 kilómetros, con un ancho medio de tres, ó sean 60 cuadrados. En casi toda su longitud está limitada al NE. por las areniscas y al SO. por las margas cenomanenses, presentándo contornos menos angulosos que estas rocas, y en las cercanías

de Guernica ocupa una parte del llano en contacto con los aluviones.

Inmediatas á esta mancha principal hay otras mucho más pequeñas, sin duda unidas á ella á cierta profundidad por bajo del cretáceo. Pequeños asomos existen en el collado de las montañas Solluve y Jata; otro toca el mar en la anteiglesia de Baquio, donde ocupa el fondo de un vallecito fértil y pintoresco; hay otros tres al S. de Bermeo y otros varios en los contornos de Murelaga.

Al N. de Guernica y por ambos lados de la ría de Mundaca, forman colinas de poca elevación varios islotes en Forna, Murueta y Busturia por la izquierda; en Cortézubi, Gauteguiz de Arteaga y su castillo por la derecha.

Al O. de la mancha principal, entre Urduliz y Plencia, cerca de la costa, hay otro apuntamiento, y al S. de aquélla, en las cercanías de Frúniz, la carretera de Munguía á Múgica corta dos isleos, uno de los cuales es notable por las fisuras que dividen la roca en columnas exagonales.

Otros asomos ofíticos hay al E. de la gran mancha de Guernica, entre Arrazúa y Arbácegui, al NE. del último pueblo sobre la derecha del río que baja á Lequeitio.

Varias muestras de este grupo han sido examinadas al microscopio, y entre ellas citaremos las siguientes: una ofita verdoso-amarillenta con manchas más obscuras, procedente de Arteaga, presenta cristales de labrador muy diáfanos y con brillantes colores á la luz polarizada; augita incolora en secciones transparentes, llena de fisuras irregulares, por las cuales se inicia su transformación en clorita, amoldándose á los huecos del feldespato, y entre la clorita hay algunas hebras de anfibol y óxidos de hierro, esparciéndose la magnetita en toda la roca.

En las ofitas amigdaloides ó espilitas de Rigoitia y otros muchos puntos de las cercanías de Guernica abunda la calcita con esferolitas de minerales zeolíticas en sus bordes, entre el oligoclasa mezclada con clorita y óxidos de hierro que reemplazaron la augita.

Otra ofita porfídica procedente de Frúniz tiene los cristales de oligoclasa rodeados por la pasta micro-cristalina del mismo feldespato,

augita casi del todo transformada en clorita, hierro magnético y titanita, también alterados.

Grupo ofítico de Marquina.—Continuación oriental del de Guernica es el grupo de Marquina, cuyos asomos son menores y cuya prolongación penetra en Guipúzcoa. El más inmediato á los anteriormente enumerados aparece al N. de Bolíbar, al que sigue un dique de poco espesor en Iruzubieta, asomando la misma roca hipogénica por toda la falda septentrional del monte Iturreta al S. de Marquina, viéndose otro más al E. junto al palacio de Munibe. Más extensa es la masa ofítica de los contornos de la ermita de San Martín y barrio de Baranda, de donde ensancha hasta ocupar el espacio que media entre Barinaga y Aguinaga, subiendo por la depresión que separa los montes de Urco y Max, hasta cerca de la divisoria de aguas de los ríos de Ondárroa y Deva. En este punto la mancha penetra un poco en Guipúzcoa á causa de un entrante que este país hace en Vizcaya. Otros apuntamientos ofíticos muy reducidos hay próximos á éste en el monte Max, al S. de la carretera de Marquina á Elgóibar.

Examinada al microscopio una ofita fino-granuda de Barinaga aparece compuesta de oligoclasa en cristales bastante turbios, augita parcialmente convertida en clorita, un poco de hornablenda, abundantes agujas de apatita incluídas en los otros minerales, principalmente en el feldespato; bastante magnetita y algo de ilmenita envuelta por titanita.

Grupo ofítico de Elorrio.—Al O. de Zaldúa, cerca del balneario de Zaldívar, asoma la ofita, que además existe una legua más al S. entre Marzana y Arrazola, en varios apuntamientos de las cercanías de Elorrio y entre la villa de Elgueta y el collado de Campanzas, en los confines de Vizcaya y Guipúzcoa, y por fin, entre Zornoza y Durango, no lejos de la estación de Eúba, aflora otra manchita ofítica muy reducida.

En los asomos inmediados á Elorrio abunda la variedad amigdaloide ó espilita, idéntica á la de Rigoitia y Guernica.

En los yacimientos de Zaldúa, cerca de Zaldívar, se asocian á las ofitas las tefritas nefelínicas, rocas especiales á esa localidad, toda-

vía no encontradas en otro punto de España y cuyos equivalentes son las teschenitas de la Silesia austriaca, semejantes á las de Cezimbra (Portugal). Su composición es la siguiente: nefelino muy abundante en formas exagonales ó rectangulares, generalmente blanquecino en luz natural, gris azulado y de textura granuda á la polarizada; labrador diáfano, con fisuras irregulares y en fajas polisintéticas de vivos colores á la luz polarizada; hornablenda de color castaño y fuertemente dicróica, con algo de biotita y con frecuencia alterada, y magnetita incluída en los anteriores elementos. Como producto de alteración del nefelino hay algo de analcima.

Traquita de Axpe.—Sobre la derecha de la ría de Bilbao, á siete kilómetros al NO. de la capital, se alza con escarpadas laderas y 80 metros de altura el monte Axpe, formado de una masa traquítica que se acerca á tres kilómetros de largo de NO. á SE. con un ancho mucho menor. La roca es compacta y dura, de color gris claro ó blanquecino con manchas ocráceas, presentando fisuras que la dan apariencia de roca estratificada ó la dividen en columnas prismáticas.

Es notable en esta traquita la ausencia casi completa de silicatos ferro-magnesianos, y examinada al microscopio resulta casi exclusivamente compuesta de sanidino y oligoclasa con marcadísima textura fluidal, el primero en cristales porfídicos relativamente grandes y con sus maclas habituales; el segundo en microlitos que forman la masa fundamental y se alinean en filas que contornean á aquéllos. También se observan algunos cristales grandes ó de primera consolidación de oligoclasa, pero mucho más escasos que los de sanidino. Pequeños, en corto número y á veces alterados, hay también otros de magnetita; y los feldespatos que integran la roca muestran con frecuencia un principio de caolinización que los vuelve poco translúcidos. Como producto secundario, el cuarzo rellena algunos huecos.

Este singular yacimiento se liga con las ofitas por sus extremos NO. y SE., siendo ambas rocas contemporáneas, en opinión del señor Adán de Yarza, corrrespondiendo la traquita á un grado mayor de acidez en el magma.

La traquita de Axpe se ha explotado y explota en gran escala, principalmente para las obras del puerto de Bilbao.

Guipúzcoa.

No menor importancia que en Vizcaya tienen las ofitas en Guipúzcoa, donde tampoco bajan de 50 los asomos que se cuentan, y que agruparemos para su examen en dos comarcas: la occidental y la oriental.

Grupo ofítico occidental.—La principal mancha ofítica alcanza 721 metros de altitud en el monte de Elosúa, cuyo pueblo, así como Placencia, Málzaga y Elgóibar, están edificados en ella, hallándose muy próximos: Eibar por su extremo occidental, Azcoitia al NE., Oñaz y Urrestilla al E., Villarreal y Vergara al S. Mide esta gran mancha, la mayor de ofita de la Península, 16 kilómetros de largo y de cinco á seis de ancho, y el suelo constituído por ella es sumamente quebrado, cruzándola en estrechos desfiladeros: el Deva entre Placencia y Elgóibar, el Urola entre Elosúa y Azcoitia.

Esta mancha, así como muchos asomos que la rodean, aparecen al descubierto entre las rocas cretáceas, como sucede en Vizcaya.

Los otros isleos ofíticos que á N., E. y S. rodean al principal en las cuencas de esos dos ríos, son los siguientes: cuatro alrededor de Motrico, uno entre Aguinaga y Urcarrigui, en los confines de Vizcaya; otro á la derecha del Deva, al SE. de Alzola; varios muy próximos al mayor en Elgóibar y Azcoitia; tres en las márgenes del Urola, entre Urrestilla y Azpeitia; otros tres entre Astigarreta y Garín; cuatro al E. de Zumárraga, á la izquierda de la vía del Norte; un gran número de diques cruzados por el Urola, entre Villarreal y Elosúa, y otros varios asomos junto á Anzuola y Vergara.

Las ofitas de Guipúzcoa son generalmente afaníticas, de color verde; abundan menos aquéllas en que se descubren con claridad los cristales blancos de plagioclasa y los obscuros de augita y hornablenda, según se observa entre Zumárraga y Azcoitia y cerca de Oyarzun,

y con más frecuencia son amigdaloides. El plagioclasa dominante es el oligoclasa, y sólo en las cercanías de Villabona y Asteansu hay ofitas en que el feldespato triclínico es el labrador, pero uno y otro son muy turbios, ya por encerrar muchas inclusiones vítreas, ya por estar penetrados de clorita, ó por su alteración y transformación en materias caolínicas. De sus minerales piroxénicos el más constante es la augita, que se presenta bajo dos aspectos diferentes: incolora con superficies rugosas que le dan semejanza con el olivino, ó de color rojo violáceo, aunque asociada á la variedad incolora.

El Sr. Adán de Yarza examinó al microscopio varios ejemplares de ofitas, cuyos resultados, en resumen, son los siguientes: una muestra de la mancha principal, recogida entre Villarreal y Azcoitia, presenta la augita incolora en los trozos mejor conservados; hornablenda de color castaño rojizo y fuertemente dicróica; clorita verde amarillenta entre trozos intactos del primero; oligoclasa turbia á la luz natural, en grandes cristales bien definidos á la polarizada; hierro titanífero, más abundante que el magnético, y, por fin, apatita incluida en el feldespato principalmente.

En otra variedad, muy frecuente en Guipúzcoa, de grano intermedio á las porfídicas y afaníticas, abunda la augita de coloración rojizo-violada con cristales resquebrajados en todos sentidos, algunos de cuyos trozos se convierten en clorita verde; escasea la hornablenda, con un producto de alteración indefinido; el oligoclasa es turbio también á la luz natural, resaltando sus fajas polisintéticas en la polarizada; el hierro magnético y el titanífero forman variadas agrupaciones, y aparece además la apatita, pero menos abundante que en el tipo anterior.

Otro ejemplar afanítico de color verde amarillento uniforme recogido en Motrico, muestra algunos cristales grandes de augita, pero en general muy turbios, y forma extensas agrupaciones de granos que en la luz polarizada brillan con intensos y variados colores á modo de mosáico. Parte de esta augita produjo epidota, y tampoco falta la clorita. Los cristales de oligoclasa apenas llegan á $^1/_4$ de milímetro; no abundan la magnetita ni la ilmenita, y se ven restos del

magma vítreo isótropo de color pardo claro y contornos irregulares.

Grupo ofítico oriental.—Asteasu y Cizurquil, al NO. de Villabona, están edificados sobre la manchita principal de este grupo; al N., NE. y S. de la cual hay otros muchos asomos de pequeñas dimensiones, unos entre el cretáceo, otros en el trías, otros en el lías. Entre estos últimos hay gran número desde Villabona á Tolosa, al E. de esta ciudad, entre Orendaín y Alzo, todos al S. del principal; y del lado opuesto arman en el cretáceo tres islotes al E. de Aya, unos cuantos que se descubren entre Andoaín y Hernani y otro de alguna extensión al S. de Oyarzun. Por fin, en el trías que hay al SE. del último pueblo se señalan otras dos manchitas.

También de este grupo se han examinado diferentes muestras al microscopio. Una variedad de Villabona y Asteasu es muy notable porque su plagioclasa es labrador y su piroxena la dialaga que limita los espacios que dejaron los cristales del feldespato.

La del asomito del caserío de Otarrea, cerca de Tolosa, es porfídica con cristales relativamente grandes de augita, unos incoloros, otros totalmente convertidos en clorita. No hay cristales porfídicos de feldespato, pero éste entra con abundancia en la pasta asociado á la augita, agrupados ambos como en las variedades granudas, y de aquí resulta que la augita se anticipó al plagioclasa para formar grandes cristales, y en la pasta cristalizó primero ese feldespato. La magnetita y la ilmenita impregnan toda la roca.

En una ofita muy alterada de las inmediaciones de Tolosa, todavía se descubren los prismas de plagioclasa, aunque turbios y carcomidos por los bordes; y como señal de haber existido la augita, sólo queda la clorita, que se conserva en parte, habiéndose convertido el resto en una materia arcillosa salpicada de cristalillos de hierro magnético y oligisto en agrupaciones rectilíneas. Hay en la provincia criaderos de oligisto micáceo cuyo origen tal vez se deba á esta concentración de los óxidos por la descomposición de las ofitas.

En otra variedad amigdaloide también de cerca de Tolosa, las cavidades redondeadas rellenas de calcita están rodeadas de epidota y clorita, viéndose en el resto de la masa cristalillos de plagioclasa

limitando los espacios que llena la augita con aquellos derivados, sin que escaseen entre ellos la magnetita y la ilmenita.

En los isleos ofíticos de Motrico y Azpeitia, y en los comprendidos entre Andoaín, Hernani y Urnieta, acompañan á la ofita los yesos que se explotan en varias canteras.

Alava.

Poca variedad ofrecen las ofitas de Alava que asoman en algunos isleos entre el cretáceo ó entre el terciario, siendo notable que no se haya hallado todavía ejemplar en que la piroxena presente evolución ó tránsito al anfibol, que relacione ó ligue dichas ofitas con las dioritas, de lo cual hay ejemplos en la zona pirenáica y en ciertas rocas de Vizcaya y Guipúzcoa.

Los isleos descubiertos en esta provincia son los siguientes:

Ofita de Salinillas.—Llega desde Salinillas hasta las márgenes del Ebro, entre las calizas cretáceas del extremo occidental de la sierra de Toloño, junto á las Conchas de Haro. La variedad predominante es la verde obscura, uniforme á simple vista, densa y muy tenaz, viéndose con auxilio del microscopio los cristales de oligoclasa en todas direcciones, los granos cristalinos de augita en grupos extensos, con todos los grados de su tránsito á clorita, magnetita é ilmenita abundantes y algo de cuarzo. La roca hipogénica se asocia al yeso, á los manantiales salados y á las aguas sulfurosas clorurado-sódicas (16°), de que hay dos manantiales, ricos en ácido carbónico y bicarbonato cálcico.

Ofitas de Peñacerrada.—La colina en que está edificado Payueta, lugarcillo próximo á Peñacerrada, es una ofita acompañada de yeso y tierra roja, limitada al E. por el terciario y en los otros rumbos por las calizas cretáceas. Su composición es análoga á la de otras muchas, notándose entre la augita algunos trozos amarillento-verdosos con las estrias propias de la dialaga.

Algo más al S., al pie de la sierra de Toloño, hay cantos de ofitas entre tierras rojas, indicando que la masa hipogénica debe estar próxima á la superficie, aunque no aparezca al descubierto.

Ofitas de Maestu.—Entre las arenas y areniscas cretáceas de Maestu existen dos manchitas ofíticas: una en la colina que hay á la izquierda del río al NE. del pueblo; otra dos kilómetros más al S., oculta bajo la tierra vegetal. En la primera está bastante alterada la roca, que es de color verdoso uniforme, y muestra al microscopio elementos cristalinos muy diminutos, el oligoclasa muy turbio y la piroxena del todo convertida en clorita.

Con estas ofitas se relacionan, no sólo los yesos, sino el asfalto que impregna las areniscas cretáceas y las calizas numulíticas de la localidad.

Grupo ofítico de Salinas de Añana.—Al E., S. y SO. de Salinas de Añana hay numerosos asomos de ofita, muy próximos entre sí, encajados en las areniscas miocenas, más trastornadas de lo que en general aparecen las capas en el resto de la cuenca lacustre de que forman parte, justificando que la aparición de la roca hipogénica fué posterior al numulítico. Las ofitas de este grupo presentan alguna diversidad en sus caracteres exteriores á causa de su mayor ó menor grado de alteración, pues en su composición son casi idénticas. En general existe más augita, en gran parte convertida en clorita, que oligoclasa; abundan el hierro titanífero, el magnético y sus productos de oxidación é hidratación, y hay algo de cuarzo de origen secundario. En otros puntos la ofita es más abundante en oligoclasa, diseminándose en la masa el oligisto micáceo además de los otros minerales de hierro.

Ofita de Vitoriano.—Muy cerca de las capas de lignito, entre las tierras rojas de labor de Vitoriano y cerca de la carretera de Vitoria á Bilbao, existen cantos y grandes trozos de ofitas, que yacen, sin duda, por debajo de las rocas senonenses de la localidad. La hipogénica es de color verde obscuro uniforme, densa y tenaz, y observada al microscopio presenta un carácter que la distingue de las anteriores, pues su plagioclasa es el labrador.

Navarra.

Ofitas.—Con pocas variaciones en su composición y modo de presentarse, asoman en la mayor parte de las fallas ó roturas de las capas triásicas, si bien aparecieron en diferentes edades hasta la miocena, pasando de 40 los asomos ofíticos de Navarra, 27 de los cuales fueron señalados por el Sr. Stuart Menteath, á los que agregamos otros 14 [1], que reseñaremos por el orden de la mayor antigüedad de las rocas en que arman. En junto comprenden unos 30 kilómetros cuadrados de extensión.

Cortan las pizarras paleozóicas un asomo de ofita estratiforme al N. de Grizueta y una masa de la misma roca, casi toda convertida en tierras rojas y pardo-amarillentas, excepto algunos riñones menos descompuestos, pero bastante alterados, que se halla saliendo de Urdax á Dancharinea, entre los kilómetros 77 y 78 de la carretera y en unos 300 metros de longitud.

Dos metros cuadrados tiene tan sólo un asomo de ofita porfiroide que se intercala en las vertientes de Requerena, en los confines del Baztán y de Enqui, al E. de Sayúa. En el camino de Elizondo á los Alduides, al pie de la ermita de Santa Engracia, hay otro isleo de ofita terrosa, pardo-amarillenta con manchas rojas, entre otras tierras arcillosas y cuarzosas del mismo color.

Entre Iturrén y el barrio de Lagasa hay otra manchita de ofita en tres estados: compacta, terrosa y en bolas, que desarregló y rasgó los estratos triásicos y paleozóicos, y en condiciones análogas se observa otra al SE. de Gastelu.

Entre el mojón 25 de la línea fronteriza y la famosa montaña de La Rhune se encuentra una espilita, en cuya pasta de color heces de vino se destacan granillos verdes y pardo-amarillentos ferruginosos.

(1) *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 5.

De ella se deriva más al S., hasta dicho mojón 25, una faja en que la roca está grietada en fragmentos pequeños y en su mayor parte descompuesta.

En su *Note sur douze coupes des Pyrenées occidentales* (1), el señor Stuart Menteath señala varios asomos ofíticos entre diferentes rocas de la serie secundaria por los términos de Vera, Goizueta y Aranaz. En su opinión, los filones de granulita y de cuarzo de Aranaz pasan al NE. y al SO. á filones de pegmatita y de ofita porfídica, y el macizo paleozóico de Goizueta y Vera presenta numerosos filones de ofita contemporánea del granito de Aya, y enteramente análoga á la de la serie secundaria, como la que se observa entre las calizas cenomanenses de Alzate.

Entre la arenisca roja que hay al pie del collado de Berdariz, junto á Errazu y los Alduides y á media legua del mojón internacional número 117, aflora otro pequeño asomo de ofita descompuesta que envuelve numerosas bolas más consistentes, y en condiciones análogas se observa otro de algunos metros, á tres kilómetros al E. de Errazu, en la bajada de Izpegui.

Uno de los mayores isleos de la provincia, pues mide más de cinco kilómetros cuadrados de extensión, es el de Salina de Oro, de contornos muy irregulares. Comienza en el kilómetro 26 de la carretera, al pie mismo del pueblo, dentro del cual se intercala una faja margosa; continúa hasta pasado el kilómetro 25, atraviesa el río, sobre la izquierda se alza en sombríos cerros al N. de la población y se prolonga sinuosamente al NE. hasta cerca de Muniain y del kilómetro 22 de la carretera. La ofita de este manchón varía en sus caracteres desde la más tenaz á la más deleznable y descompuesta; abunda la de color gris verdoso claro, muy rica en epidota, que se aisla en costras, donde aparece fibroso-radiada y cristalina; en varios sitios aquella roca está resquebrajada, con manchas parduzcas y vetas blanquecinas; en otros se presenta estratiforme, y en algunos concrecionada en bolas.

(1) *Bull. Soc. géol. France*, tercera serie, XIX, 919.

El Sr. Stuart Menteath dibuja en su Mapa, entre Maya y el puerto de Otsondo, una larga faja de ofita, por medio de la cual más bien habrá querido representar un grupo de manchitas de la roca eruptiva interrumpidas por el trías. La principal está envuelta por la caliza del Muschelkalk, entre los kilómetros 68 y 69 de la carretera de Elizondo á Urdax: preséntase descompuesta, en su mayor parte reducida á tierras pardo-amarillentas, con cantos y bolas irregulares en que la roca se halla menos alterada. A un kilómetro al SE. de Arizcun hay otra masa de ofita rodeada de margas yesíferas, y también se observan señales de ella cerca del puente de Vergara.

El manchón ofítico bifurcado que, entre el trías y el jurásico, dibuja en su Mapa dicho geólogo desde Elizondo hasta Arrayoz é Irurita, resultará modificado en los mapas de detalle. Los aluviones del Baztán, si han de tenerse en cuenta, interrumpen su continuidad, así como varios lechos margosos y calizos en aquél enclavados; y por otra parte, al S. de Irurita hay que señalar la prolongación de la ofita en el barrio de Ciraurre y por las faldas septentrionales del monte Idoya. Los puntos donde más claramente descuella son los siguientes: en el puente Chocoto, que divide en dos barrios á Elizondo y donde es muy tenaz y de color gris verdoso; á 50 metros al E. del kilómetro 57 de la carretera, donde se presenta terrosa, descompuesta y cercada de margas de colores; en la cumbre de Acullegui, donde se ofrece terrosa, gris amarillenta con vetas ferruginosas y manganesíferas, y por fin, á la salida de Irurita para Arrayoz, sobre la derecha de la carretera, donde es más compacta y de color más obscuro.

Cuantos geólogos han penetrado en la provincia señalaron como la principal mancha ofítica de Navarra la que se halla en la bajada de Velate al Baztán. Comienza junto á la venta de San Blas, antes de llegar al kilómetro 36 de la carretera, y continúa hasta más allá de Almandoz, pasado el kilómetro 42. Forma una mancha alargada que se alinea casi de N. á S.; son sus contornos muy irregulares, y ramifica en varios brazos separados por lentejones de caliza. Dos

ramas principales se observan junto á la venta de San Blas: una que sigue las vertientes occidentales del monte Elordi, al O. de la carretera; otra que es cruzada repetidas veces por las revueltas de la última, no sin dejar intermedios varios asomos de calizas, ya dolomíticas, ya semi-cristalinas, veteadas y en algunos parajes espatizadas, que el Sr. Stuart Menteath considera jurásicas. El tronco principal de esta mancha ofítica es de nuevo interrumpido en Almandoz, kilómetro 39, por algunos lechos de areniscas muy arcillosas y muy pizarreñas, y, por fin, de nuevo la limitan las calizas metamorfoseadas, blanquecinas ó negruzcas y veteadas en el kilómetro 42. Entre éste y el 43, junto al puente María, preséntase anejo al principal otro asomo de ofita. Esta roca se muestra en tan extenso manchón con la variedad de caracteres que es de suponer: en varios sitios está descompuesta y pasa á tierras parduzcas y rojizas; pero en general es compacta, de textura semi-cristalina, muy tenaz y con frecuencia estratiforme.

Interminable sería la relación de todas las manchas ofíticas que aparecen entre las margas yesíferas abigarradas, asociadas ó no á calizas, que señalamos como triásicas. En el molino de Beruete hay una de un kilómetro cuadrado de extensión; mucho menor es la cercada de yesos entre Lecumberri é Iribas; entre Guelbenzu y Lizasu hay otra en que la roca es muy tenaz y rica en epidota y está rodeada de margas abigarradas y de peñones aislados de caliza dolomítica que se destacan en la entrada del segundo pueblo.

Señálanse varios isleos de ofita muy tenaz al pie de los escarpados remates de la sierra de Andía sobre el valle del Ollo: uno al S. de Areta, otro al SO. de Anoz, otros varios entre este último y Atondo, otros en Ulzurrun y todos cercados por margas rojizas yesíferas y muy arenosas, tal vez más bien cretáceas que triásicas.

Al S. de Santisteban hay varias manchas de ofita. En el alto y redondeado monte de Amiaca, frente á Elgorriaga, hay una en gran parte terrosa y descompuesta, intercalada entre calizas, con rudistos y margas cenicientas con vegetales. Esta mancha eruptiva se prolonga hasta el otro lado de los ríos Gualdia y Ezcurra, en una

estrecha fajita cortada en el espacio de 10 metros por el camino de Santisteban á Elgorriaga. Grietada se halla por esta parte y convertida en tierra parduzca la de otro ramito derivado del principal, sobre la izquierda del río de la Ferrería.

Entre las ofitas más recientes que rasgaron el suelo de Navarra hemos de señalar las que en tres crestecillas asoman al N. de Lorco, cercadas de yesos entre las capas del terciario lacustre que enérgicamente dislocaron. Dos variedades principales aparecen: una negroverdosa muy tenaz y otra verde manzana, lustrosa, cristalina y con numerosas costras epidóticas.

De sus estudios micrográficos ha deducido el Sr. Stuart Menteath [1] que todos los yacimientos de ofita presentan una roca del mismo tipo, á saber: diabasa ó dolerita más ó menos descompuesta. Examinadas sus preparaciones al microscopio, se ven destacarse en una pasta augítica microlitos de plagioclasa y cristalillos corroídos de magnetita y titanita impregnados de esfena y moldeados á veces por otros elementos. En los intersticios se hallan esparcidos granos de cuarzo; siempre se presenta la clorita, y en algunos ejemplares la serpentina como producto de alteración. En cambio, no se ha podido comprobar la existencia del olivino, que, sin embargo, á primera vista parece barnizar las caras de fractura en costras y vetillas. El hierro oligisto y la pirita son bastante frecuentes; la epidota es muy rara, y la apatita se ve en algunos ejemplares. El feldespato es ya labrador, ya oligoclasa, ya una mezcla de ambos. Casi invariablemente muestra la augita partes más ó menos alteradas, en las cuales se notan diversos grados de descomposición; es raro que pase á anfibol: con más frecuencia se presenta dialágica y se transforma en calcita.

Estos resultados, agrega dicho señor, confirman plenamente las descripciones de la ofita publicadas por los Sres. Fouqué y Michel Lévy. Las doleritas ó diabasas pasan por descomposición á la eufótida, á dioritas ó á una especie de serpentina; pero de todos modos,

(1) *Bull. Soc. géol. France*, tercera serie, tomo IX, pág. 327.

denota la observación microscópica que las ofitas de los Pirineos son los representantes más ó menos alterados de un mismo tipo de roca.

Todavía no se ha logrado encontrar una relación entre la posición estratigráfica ó petrográfica de las ofitas y sus variaciones en el desarrollo de los microlitos y otros caracteres de estructura. La ofita que se halla entre Goizueta y Aranizde, enclavada en las pizarras, parece estratificada en el terreno, y al microscopio presenta una textura granitoide, cuya augita, bien caracterizada, pasa en algunos sitios á dialaga y anfibol.

Al N. de Fitero, entre Corella y Grávalos, confinando con Logroño, hace años descubrimos varios islotillos ofíticos, muchos de tal pequeñez, que apenas miden dos metros cuadrados de extensión.

Huesca.

El meridiano central ó medio de esta provincia deja al E. la mayor parte de los asomos hipogénicos modernos que en su casi totalidad son de ofitas ó diabasas con otras rocas afines, no encontrándose del otro lado más que otros pequeños de una variedad de traquita todavía insuficientemente estudiada. A partir de ese meridiano, las primeras aumentan en número é importancia á medida que se marcha á Levante desde la cuenca del Cinca á la del Noguera. Consideraremos primero los isleos de la región pirenáica y después los de la cordillera del centro de la provincia.

Traquita de Aguas Tuertas.—Muy cerca de la frontera, en la parte más alta de los valles de Hecho y Ansó, entre las areniscas rojas triásicas se levanta en escalinata el cerro de Lachar de Aguas Tuertas, formando una manchita hipogénica de unos 500 metros cuadrados de extensión. Es la roca estratiforme, de colores gris claro ligeramente azulado, verdoso y violado, divisible en trozos poliédricos ó tabulares, muy tenaces y de fractura concoidea. La calificamos en un principio de pórfido epidotífero atendida la constante pre-

sencia del silicato que la colora, que se agrupa en cristalillos perceptibles á simple vista en varios sitios. Examinada al microscopio por el Sr. Gonzalo Tarín, se ve que se compone de oligoclasa en microlitos bien determinados, sanidino en corta cantidad, epidota abundante y algunos restos de piroxena; granos de magnetita y cristalillos de analcima, ya entre la epidota, ya aislados. El magma, en parte de textura fluidal, está formado de microlitos de oligoclasa y sanidino.

Según análisis hecho hace tiempo por el Sr. Escosura, la composición de esta roca es la siguiente: sílice, 72,57; alumina, 15,07; óxido ferroso, 7,20; cal, 5,40; magnesia, 0,30.

Porfirita de la Anayet.—Con caracteres intermedios á la anterior y á las siguientes, en el extremo NO. del valle de Tena, frente al Pic du Midi d'Ossean, asoma entre areniscas rojas otra roca hipogénica de color verdoso, también estratiforme, divisible en fragmentos poliédricos ó en placas delgadas, y en cuyas caras de fractura hay interpuestas costras de clorita y de caliza espática de colores gris claro ó gris verdoso. Examinados algunos ejemplares al microscopio por el Mac-Pherson, se observa que en una pasta feldespático-cuarzosa se hallan deseminados cristalillos de feldespato triclínico, fragmentos de piroxena descompuesta, clorita y hierro magnético.

Poco más al S. de la anterior, en las márgenes del arroyo Colivilla, hay otras manchitas porfídicas semejantes.

Diorita de Cotiella.—Acompañado de yesos hay un isleo de diorita en las vertientes septentrionales de Cotiella, por la sierra del Mediodía. La roca es de textura entre compacta y lamelar, está muy allerada, no presenta en su fractura fresca las facetas brillantes de los cristales feldespáticos y en ella domina el color verde obscuro de la clorita, que contiene en abundancia. Examinada al microscopio, se observa que su feldespato es muy escaso y mal definido, reemplazándole en parte el cuarzo; su anfibol es de color verde botella, en partículas agrupadas y entremezcladas con cristales de magnetita. Pasa esta roca á una anfibolita y viene á ser un caso excepcional de las ofitas que asoman entre las calizas y arcillas triásicas.

Otro asomo parecido se descubre en corto trecho entre las calizas pizarreñas cretáceas de la bajada de Mataire á Badaín.

Epidotita de San Mamés.—Relacionada con las ofitas por la manera de presentarse, por su proximidad á ellas y por la roca que la acompañan, en la subida desde Gistaín al puerto de Sahún, entre éste y el barrio de San Mamés, hay una epidotita, ya porfiroide, ya en masa compacta, de la cual se destacan cristales de feldespato triclínico (oligoclasa?) y geodas tapizadas por cristales microscópicos de epidota verde y reluciente. En algunos sitios se asocia á una ofita descompuesta, y en otros se convierte en una tierra ocrácea cruzada por vetas de epidota brillante de color verde claro.

Ofitas de Gistaín.—Algunas ofitas del valle de Gistaín fueron ya observadas por Charpentier, quien hizo notar [1] la presencia de la pirita de cobre y de la prenita verde manzana en fibras cristalinas en la de Serveto; y reparó en la que se halla un kilómetro al N. de la unión del Cinca y el Cinqueta, junto al camino de Salinas, cuya roca se halla en gran parte descompuesta.

Más tenaz se presenta la del manchón que asoma entre Senés y Serveto en el monte que llaman La Cruján, donde en parte adquiere la estructura tabular y pizarreña y es entre compacta y lamelar en su fractura, variando sus colores entre el gris azulado muy obscuro, el verde oliva y verde negruzco. Próximo al anterior, entre Sin y Saravillo, á la izquierda del barranco Baratar, hay otra de grano más fino con iguales colores manchados de rojo parduzco por los hidróxidos de hierro.

Ofitas de las Paúles de Castanesa.—Poca importancia tienen las ofitas en el valle de Benasque, donde sólo se halla un asomo pequeño al S. de Villanueva entre el cretáceo y la arenisca roja de la derecha del Ésera. Pero en la parte baja de la región pirenáica, entre el Ésera y el Noguera Ribagorzana, hay muchos isleos. Al E. de Renamé existe uno en que la roca está descompuesta y es de color gris verdoso claro, con costras cristalinas de yeso y manchas ferrugino-

(1) *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, pág. 493.

sas, pasando en algunos puntos á una tierra compacta calcarífera, en cuya masa verde amarillenta abundan granillos blancos de feldespato oligoclasa descompuesto y de yeso. Con el auxilio del microscopio se ven en ella además partículas de cuarzo, restos de piroxena, clorita y hierro magnético muy abundantes.

Al O. de San Feliú descuella un cerro de ofita que se resquebraja en fragmentos angulosos, tenaces, de color verde obscuro con reflejos azulados. Más al E., en Eril y otros puntos de las cercanías de las Paúles, á orillas del Isábena, está la ofita muy alterada, con el aspecto de un argilófiro, en cuya pasta feldespática descompuesta, agrisada con manchas rojizas, se destacan cristales de piroxena.

Ofitas de Clamosa.—Cuatro isleos interrumpen la continuidad del trias alrededor de Clamosa. El principal es el de la Cuarta, un kilómetro al NO. del pueblo: ocupa de 80 á 90 hectáreas, y la roca aparece en riñones y bolas, en parte descompuesta y terrosa, atravesada por numerosas vetas de una substancia feldespática blanquecina, entre cruzadas en todos sentidos. Otro islote muy pequeño asoma en el mismo pueblo, donde es á la vez de colores verde oliva obscuro y gris azulado negruzco. Ofitas parecidas existen entre los yesos abigarrados en varios sitios de los términos de Trillo y Salinas.

Ofitas del Noguera.—En las márgenes del Noguera Ribagorzana existen varios asomos: uno forma un cerro negruzco en Aulet, sobre la derecha del río; otros dos menores rodean el Mas de Sant Andreu, y otros dos hay junto al Pont de Suert, y todos de idénticos caracteres á los ya reseñados.

Ofitas del centro.—Pocos asomos se hallan en el centro de la provincia. En la fuente del Xinebro, al pie de la sierra de Guara, hay algunos muy pequeños en que la roca verdosa y gris azulada negruzca con costras amarillentas está muy descompuesta. Al S. de Naval, junto al Salinar, corta el camino de Barbastro un isleo pequeño de ofita muy tenaz, compacta y cristalina, y otro semejante hay en el cerro de la Manzana, al O. del Grado, á siete kilómetros del anterior.

Grupo de Benabarre.—Al SO. y S. de Benabarre, entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana, es donde se manifiesta el principal grupo

ofítico de la provincia, no bajando de 40 los isleos que por allí se cuentan. Uno de 10 hectáreas de extensión asoma al NO. de Aguinaliú, y otro al SO. algo menor, siendo en ambos la roca compacta más bien que granuda, de colores muy obscuros y cubierta de costras de caliza terrosa. Varias manchitas de exiguas dimensiones, acompañadas de yesos, salpican el trías de las cercanías de Alius; dos hay al NE. de Calasanz, otra mayor á la izquierda del camino de ese pueblo á Fonz y otra en el barranco de la Mina, siendo en ellas la roca muy dura, muy tenaz, de colores muy obscuros y fisurada en varias direcciones.

Otros dos asomos se encuentran al SO. de Gabasa; otro al pie meridional de Pilzán; tres entre Caserras y Estaña; uno al O. de Estopiñán; dos junto á Camporrells; otro mayor entre ambos pueblos; otro, todavía más grande, entre Camporrells y las Salinas de Forcada, y dos más entre el Noguera y Estopiñán. Las ofitas de estas manchas son, en general, muy tenaces; en unos sitios se cuartean con irregularidad; en otros se desprenden en bolas de diversos tamaños, y á veces se dividen en hojas ó tablas de uno á diez centímetros de espesor. Examinadas al microscopio se nota que tienen piroxena abundante, convertida en gran parte en clorita, oligoclasa y algo de hierros titanado y magnético. En algunos ejemplares se perciben cristales de anfibol.

En las variedades tabulares de Caserras, Estopiñán y otros sitios inmediatos suelen presentarse costras y vetas de aerinita.

Lérida.

Ofitas.—Dos filas de islotes ofíticos hay en esta provincia: la más septentrional, comprendida en su mayor parte entre el Noguera Ribagorzana y el Pallaresa, al N. de la Cuenca ó *Conca* de Tremp; la segunda, alineada como la anterior, casi de E. á O., en las faldas del Montsech.

En la primera fila hay un islote al N. entre el trías, y otro al S.

de Pont de Suert entre el cretáceo; uno en el jurásico, entre los términos de Viu de Llevata, Abella, Adous y Perves; otro en el trías de Las Iglesias; otro en el lias de Sellera y Puignerver, que no mide menos de seis kilómetros cuadrados; otros dos, cada uno casi igual al anterior, entre el jurásico y el trías de Peramea y Gerri, y otro entre el siluriano de Tahús y La Guardia. Bastante alejado á Levante de los anteriores, en los confines de Barcelona, por las vertientes meridionales de la sierra de Cadí, hay al S. de Fornols otro islote cercado del jurásico, cretáceo y numulítico.

El segundo grupo de isleos ofíticos se halla entre el cretáceo, el lías y el triásico que hay al S. y al SE. del Montsech, en los términos de Ager, Ametlla, Llentorn, Rubió, Cubells, San Lorenzo de Mongay, Avellanes, Villanueva de Avellanes, Boix y Tragó de Noguera.

Si no hay exageración en las magnitudes señaladas en el mapa, no baja de 55 kilómetros cuadrados la extensión superficial que ocupan las ofitas de esta provincia, todavía insuficientemente descritas.

Ofitas de Gerri y Tahús.—Análogamente á lo que pasa en las vecinas comarcas de Huesca, comprendidas entre el Cinca y el Noguera, el territorio de Gerri, Tahús y otros lugares inmediatos, ha sido fuertemente trastornado por las ofitas, que removieron extraordinariamente las formaciones sedimentarias, causando grandes dislocaciones. «Recorriendo el valle del Noguera, cerca de Gerri, advierte el Sr. Vidal [1], apenas se forma idea de la importancia de esta acción: hay que subir á las alturas que dominan este curioso valle; pasar por Bretuy, construído sobre la ofita, y ver esta roca, que aflora en las orillas del pintoresco lago de Montcortés, formar cerros cónicos de vertientes desnudas por el camino de Santereda; aparecer por debajo de este pueblo descubierta por las aguas del Flamisell; encontrarla más al O. en el valle de Miñanet; luego en un barranco al S. de Viu y por el E. de Gerri, cerca de San Sebastiá y de Guardia, para explicarse el origen de todos los movimientos que complican allí el estudio de la comarca.»

(1) *Geología de la provincia de Lérida. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo II, página 294.

«Gerri está en la falda de un cerro de ofita, entre dos gargantas calizas, por donde se abre paso el Noguera. La primera, que es devoniana, precede á una serie de capas verticales triásicas, en las cuales se introduce la roca eruptiva, comunicándolas color verdoso. La ofita es verde, casi negra, muy tenaz, de textura compacta, granuda y laminar á la vez, y aunque divisible en trozos de regular tamaño, no se desagrega ó descompone en arenas, como sucede en la falda del Montsech (Ametlla) y en otros sitios. La acompañan la pirita y la epidota.»

Ofita de Guardia.—No lejos de las anteriores, hay cerca de Guardia otro asomo de ofita verde clara epidotífera, notable por ir acompañada de amianto.

Ofita de Santa Liña.—Entre el lías medio de los montes que hay al S. de Santa Liña, sobresalen varios cerrillos cónicos formados también de ofitas.

Ofitas de Cubells.—Separa el terciario del turonense otra masa de ofita, en parte descompuesta, acompañada de yesos rojos al N. de Cubells y entre Foradada y Rubió.

ARTÍCULO III

REGIÓN CENTRAL

Las provincias interiores, si se exceptúa la de Ciudad Real por sus basaltos, ó carecen de rocas hipogénicas modernas, ó éstas tienen secundario interés, estando reducidas á algunos asomos de ofitas de pequeñas dimensiones en las de Burgos, Logroño, Soria, Zaragoza, Teruel y Cuenca, que á continuación se enumeran.

Burgos.

Esta es una de las provincias de que menor número de datos se poseen respecto á su composición geológica; y por lo que á las rocas

hipogénicas modernas se refiere, nos tenemos que reducir á señalar la existencia de asomos ofíticos en Pradilla de Belorado, Villota, Villatomil, Quintanilla, Pienza, Gayangos y en el cerro del Castellar, junto á Poza de la Sal.

Logroño.

En la Memoria geológica de esta provincia, recientemente publicada, describe el Sr. Sánchez Lozano unos cuantos asomos ofíticos de exiguas dimensiones que brevemente vamos á resumir.

Ofita de las Conchas de Haro.—A cuatro kilómetros al N. de Haro cruza el Ebro una masa de ofita, correspondiendo á Alava la parte de la izquierda y á Logroño la de la derecha, donde sobresale en un cerro cónico á corta distancia del apeadero de San Felices. Encaja en los estratos cretáceos de la cordillera de los Obarenes; es muy compacta, de grano mediano, negro verdoso ó gris verdoso claro cuando se descompone, en cuyo caso da efervescencia al tratarla por un ácido. Es magnética, y á simple vista se descubren en ella cristalillos relucientes nacarados hasta de más de un milímetro y diminutas manchitas gris-verdosas de feldespato.

Examinada al microscopio, se la ve formada de cristales, rotos casi siempre, de augita dialágica, con estrías muy finas, paralelas, del crucero ortopinacoide, cortadas casi en ángulo recto por otras menos marcadas del clinopinacoide. La augita es muy cromática con la luz polarizada, predominando los tonos rojos y verdes; en ocasiones pasa á anfibol y con más frecuencia á clorita, en cuyo caso envuelve unas esferillas translucientes, tal vez de leucoxena ó epidota. El feldespato se presenta en agrupaciones de individuos triclínicos, según la macla de la albita, unos de labradorita, otros de oligoclasa, generalmente en cristales limpios y bien contorneados, numerosísimos y de dimensiones muy variables, salpicados de manchas opacas, negras é irregulares de ilmenita y magnetita. La primera suele estar

cubierta de una substancia blanquecina, tal vez de leucoxena ó de esfena, agregándose accidentalmente el hierro oligisto y abundantes productos ferruginosos cuando está alterada la roca.

En los ejemplares en descomposición se observan granos de cuarzo con inclusiones ferruginosas de clorita, de apatita y algunas que probablemente serán gaseosas.

Ofita de Valgañón.—Entre Valgañón, que es de Logroño, y Pradilla, que corresponde á Burgos, muy próxima al límite de ambas provincias y cerca de la ermita de las Tres Fuentes, rodeada de estratos triásicos y liásicos, hay otra manchita de una ofita que sólo difiere de la de Haro por ser de grano más grueso y color verde más marcado. Al microscopio se nota su piroxena menos descompuesta, sin las esferillas anteriormente mencionadas.

Ofita de Zurza.—A dos kilómetros al O. de Zurza, en el camino de Ezcaray, asoma otra manchita hipogénica en un pliegue anticlinal de la estrecha faja de formaciones secundarias que rodean el macizo siluriano de la sierra de San Lorenzo. Por su aspecto exterior es una ofita más parecida á la de las Conchas que á la de Valgañón, á veces de grano tan fino que se hace adelógena, y cuando el grano es discernible á simple vista se ven innumerables manchitas blanco-verdosas en un fondo verde obscuro. También es magnética y de descomposición botrioidal, y al microscopio se observa que sus cristalillos feldespáticos alargados en fajas polisintéticas son de oligoclasa algo descompuesta con inclusiones opacas. Los fragmentos pequeños de piroxena son de intensa polarización cromática entre los nicoles cruzados; los de mayor tamaño engastados en la masa son á la luz ordinaria parduzcos ó verdosos, y á medida que se transforman en clorita van perdiendo su polarización, desarrollándose las esferillas de superficie granugienta de leucoxena ó epidota. La clorita, dialaga, anfibol y otros productos secundarios aparecen con caracteres análogos á los de las otras ofitas.

Ofita de Grávalos.—En los confines de esta provincia y la de Navarra, al pie de la sierra de Yerga, en los kilómetros 19 y 20 de la carretera de Alfaro á Grávalos, encontramos hace bastantes

años [1] una masa ofítica entre las calizas cavernosas dolomíticas y yesos del trías. Es variedad amigdaloide, en cuya pasta parduzca con granos verdes y rojizos hay núcleos de calcita blanca y verde clara. Examinada al microscopio, en un fondo negro ferruginoso se destacan agujas de oligoclasa, algo cromáticas, rojas y azules principalmente, coloración que se debe á la calcita. Casi toda la piroxena se halla transformada en clorita; á veces en el centro de un fragmento de ésta hay un trozo de calcita con su crucero rómbico característico, y también se observan granillos de cuarzo limpio y muy cromático en el centro de algunos nódulos de calcita. Éstos al microscopio son de textura fibroso-concéntrica, señalándose en algunos puntos los cruceros rómbicos, y con grandes aumentos se perciben en ellos inclusiones de clorita y de óxidos de hierro.

Soria.

Asociadas á las calizas cavernosas triásicas, se descubren isleos alargados de ofita en los términos de Beratón, Ólvega y La Cueva de Ágreda, según se detalla en la Memoria del Sr. Palacios.

La variedad amigdaloide ó espilita es la más común, de color verde agrisado, casi siempre alterada ó descompuesta, pasando á rojo-obscura con manchas verdosas. Implantados en su masa hay nódulos elipsoidales de cuarzo y de caliza envueltos en una capa de clorita terrosa ó delesita que alcanzan hasta 20 milímetros de diámetro, y que con frecuencia encierran pequeñas geodas.

Ofitas de Ólvega.—Al SO. de Ólvega, en el extremo oriental de la sierra del Madero, las rocas ofíticas forman dos hiladas ó diques separados por un intervalo de pocos metros, entre las carñiolas muy arcillosas de la parte superior del trías. La roca es granudo-cristalina verdosa, en general muy descompuesta y desmoronadiza; ofrece numerosos tránsitos á las espilitas, con las cuales se asocian, y

(1) *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra. Bol. Com. Mapa geol.*, IX, pág. 8.

su composición es idéntica á las de las provincias inmediatas. Gran parte de su piroxena está convertida en clorita, pasando en algunos puntos á dialaga; existe también el peridoto en gránulos ó fragmentos cristalinos, algo alterados, originando un poco de serpentina, y son frecuentes la magnetita y sus derivados ferruginosos.

Ofita amigdaloide de la Cueva de Ágreda.—La espilita constituye en la Cueva de Ágreda una colina de 800 metros de largo á P. del pueblo, en cuatro hiladas ó diques de algunos metros de espesor. El cuarzo de sus nódulos, mezclados con los de caliza, se halla al estado de jaspe en zonas concéntricas de distinta coloración, y ambos minerales atraviesan en vetillas la masa de la roca. Es frecuente tambien el oligisto micáceo en partículas diminutas, diseminado en la pasta, compacta ó fino-granuda, y examinada ésta al microscopio acusa la presencia del peridoto, debiendo, probablemente, referirse á la serpentina algunas manchas verdosas con reticulaciones y esferolitos que se observan en ciertos ejemplares. Son, por lo tanto, estas ofitas tránsitos del melafiro.

Ofitas de Beratón.—Al E. de Beratón, en las vertientes del Moncayo y confines con Zaragoza, hay otro asomo de ofita amigdaloide, tan alterada que hasta los cristales de plagioclasa llegaron á perder sus contornos, y la piroxena se convirtió casi completamente en materia arcillosa y productos ferruginosos. La descomposición originó el cuarzo, que con relativa abundancia al estado de calcedonia constituye vetillas ó amígdalas, ó al estado cristalino tapiza las geodas de las mismas.

Zaragoza.

Ofitas del Moncayo.—La casi totalidad de las rocas hipogénicas modernas de Zaragoza radican en las vertientes del Moncayo sobre la izquierda del Jalón y del Iruela. Cerca de los confines de Soria hay un asomo entre Auñón y Beratón; otro entre Ainzón y Ambel; dos cerca de Huechaseca; otro en las Peñas de las Animas ó Los Cocones de Tabuenca; otro al pie de las escarpas de los Castillos de

Herrera, hacia Talamantes; otro al SE. de la ermita de Rodanas, ó sea el Monegré en el camino de Mesones; dos al O. de Calcena; otros dos junto á Trasovares; otro al SE. de Truga; otro en el comienzo del barranco de Costalhondo, en el camino que de Rodanas va á Épila, y otro en la cañada del Romeroso de Tabuenca.

En general las ofitas gris-verdosas bastante alteradas ó descompuestas se asocian con la espilita que presenta idénticos caracteres á los ya expresados en los asomos de Soria, viniendo igualmente intercaladas en las calizas superiores del trías.

En el isleo de la Muela de Valdehalcones, ó sea el que hay entre Auñón y Beratón, la espilita forma una faja ó dique de cinco á siete metros de grueso, con un largo que no llega á 300; se halla muy cargada de clorita, y sus amígdalas de cuarzo y de caliza son pequeñas. En condiciones análogas se presentan los asomitos más reducidos de Talamantes, Tierga y Trasovares. En el de Ainzón, que no llega á una hectárea y resalta por su color obscuro en la Peña Negra, son frecuentes los nódulos de jaspes rojos zonares. La ofita de Huechaseca es de color pardo amarillento verdoso, tan descompuesta que se deshace entre los dedos, como las espilitas con quienes viene mezclada.

El manchoncito de Romeroso de Tabuenca; el que hay al NO. de Calcena, en la vertiente meridional de las Peñas de los Moros, y el de los Cocones de dicho Tabuenca, son los tres más importantes y están constituidos por espilitas descompuestas. Al primero, de un kilómetro de largo con un ancho de 20 á 30 metros, acompañan yesos y jaspes rojos fajeados; el segundo, casi tan largo y tan ancho, contiene láminas y vetillas de oligisto, y el tercero mide 500 metros de largo por 40 ó 50 de ancho, y su espilita es compacta, violada obscura con nódulos de jaspe rojo en unos sitios, cristalina y verdosa en otros.

De 300 metros de largo y 30 ó 40 de ancho es el isleo del barranco de Costalhondo, en cuyas ofitas amigdaloides abunda el cuarzo concrecionado y la clorita terrosa; algo mayor es el del cerro Monegré de Rodanas, y se reduce á 50 metros el de los Colmenares de Calce-

na, donde la roca está muy descompuesta en trozos redondos y tierras rojas.

Limburgita de Nuévalos.—A cinco kilómetros al E.NE. de Nuévalos aparece entre las cuarcitas silurianas de la vertiente oriental del cerro de Carrasilla, á 860 metros de altitud, una roca excepcionalmente curiosa, que apenas aflora un decímetro sobre la superficie del terreno en un espacio de 10 metros cuadrados escasos. Forma bolas del tamaño de un garbanzo pequeño hasta el máximo de decímetro y medio de diámetro, que al romperlas con el martillo se deshacen en casquetes esféricos.

Según el Sr. Quiroga, que dió á conocer el yacimiento [1], esta roca eruptiva, de aspecto basáltico, es la combinación del olivino, que domina con gran exceso á los demás minerales, la augita, la enstatita (totalmente transformada en bastita) y la magnetita, como elementos primitivos esenciales; la apatita, biotita y melilita como accesorios, empastados todos en un vidrio incoloro bastante escaso, reducido á granos sueltos esporádicos. Su densidad es de 3,05; su color negro verdoso, y en su pasta homogénea y mate los granos y cristales de olivino dejan, por descomposición, cavidades que le dan un aspecto igual al de los pórfidos, cuyo feldespato desapareció por las acciones externas. El olivino existe macroscópico y microscópico, ambos granudos, en su mayor parte serpentinizado, sin transparencia y con el aspecto de una resina rojiza ó de un verde cromo, según el estado más ó menos avanzado de alteración. Contiene infinitos poros gaseosos ovales, irregularmente esparcidos, además de inclusiones de magnetita y alguna pardo-rojiza muy obscura, bastante rara. De trecho en trecho hay grandes masas de olivino compuestas de un agregado de fragmentos angulosos, cementados por serpentina, que dan á la roca una apariencia clástica.

La augita está casi en igual proporción que el olivino, y la hay microporfídica escasa y microlítica muy abundante, la primera con los cristales corroidos. La biotita constituye láminas irregulares y

(1) *An. Soc. Hist. Nat.*, tomo XV, pág. 75.

posee una polarización cromática brillante en que sobresale el color rojo; la apatita está distribuida con irregularidad, y aunque muy rara se encontró la melilita, cuya presencia, así como la de la biotita, constituye un lazo de unión de esta roca con las lavas leucitonefelínicas del Vesubio. Como residuo del vidrio que formó la base de la roca en períodos anteriores de su evolución, existen unos granos vítreos muy escasos é incoloros, casi inatacables por los ácidos. La bastita en ambas secciones rectangulares estriadas, y concreciones macroscópicas de serpentina, que en sitios envuelve cristales de diopsida, son los productos deutógenos que en la limburgita se notan.

Esta erupción de Nuévalos se relaciona, en opinión del Sr. Quiroga, con los basaltos del campo de Calatrava y con otras erupciones análogas que hay al N. de la serranía de Cuenca.

Teruel.

Ofitas.—Varios son los yacimientos de ofita que señalan en la provincia de Teruel los Sres. Vilanova y Cortázar en sus respectivas Memorias geológicas; la mayor parte se agrupan en la faja triásica de los confines de Valencia, desde Arcos de Salinas á Manzanera, y entre el trías y el jurásico del pie de las sierras Javalambre y de Camarena.

El Sr. Mac-Pherson hizo un estudio micrográfico de varios ejemplares cuyos datos se detallan en la Memoria del Sr. Cortázar [1]. Como regla general, se hallan estas rocas en un estado de desagregación bastante avanzado, y algunas, como las de Mas del Río y Puebla, tan profundamente descompuestas que se deshacen por completo en arena menuda.

En los islcos donde la ofita asoma francamente cristalina, se pueden distinguir dos variedades: una que es el tipo común de la ofita de grandes elementos, caracterizada por tomar la piroxena la forma

(1) *Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel*, pág. 202.

que le prestan los cristales adyacentes de feldespato, á cuyo tipo pertenecen los ejemplares de Sarrión y Baños de Camarena, los de Arcos de Salinas y Mas del Río, y la otra constituida de elementos más menudos, en los cuales la piroxena afecta casi siempre su forma regular, á cuyo tipo corresponden los asomos de Camarena, Torrijas y Villel.

Un carácter distintivo de las ofitas de Teruel y que les presta semejanza con varias de Portugal es la gran abundancia de la mica magnesiana en los ejemplares de elementos pequeños, si bien no falta algo de mica en ciertas ofitas de los Pirineos, de Andalucía y otras comarcas, y otro mineral que en varias de las primeras abunda mucho es la apatita.

En la ofita de Camarena el microscopio revela los siguientes elementos: plagioclasa, piroxena, biotita, clorita, apatita y magnetita. La plagioclasa en cristales mal definidos, casi enteramente descompuestos, asociados según la ley de la albita, y en algunos casos según ésta y la de Carlsbad á la vez. La piroxena, casi siempre cristalina, recuerda más bien la propia de los basaltos que las de las ofitas y diabasas; es de color cárdeno, á veces obscuro; en algunos trozos muestra un dicroismo muy pronunciado, desde violeta fuerte á amarillo verdoso, y se observa que sólo por alguno de sus bordes se transformó en clorita, lo cual contrasta con lo profundamente alterado que el feldespato se ofrece. No abunda la piroxena en inclusiones, reducidas á exiguos trocitos de magnetita, otras substancias vítreas de color castaño obscuro y alguna burbuja gaseosa. Como productos secundarios se ofrecen además la clorita y la apatita en agujas exagonales muy largas.

Otra variedad de ofita hay en Camarena muy semejante á la de Monte Real (Portugal). Es una roca de elementos relativamente voluminosos, formados por una aglomeración de cristales llenos de oquedades, los cuales encierran agujas delgadas, probablemente de apatita. El feldespato, bastante descompuesto, moldea grandes fragmentos de piroxena heterogénea, pues siendo principalmente morada ó cárdena se convierte en los bordes en verde clara, con la anomalía

de que los ejes de elasticidad están dos ó tres grados menos desviados del eje cristalográfico en la verde que en la cárdena.

La ofita de Villel es notable por la alteración de su piroxena, algunos de cuyos trozos se transformaron enteramente en clorita, pero conservando sus formas regulares de una manera perfecta.

Más descompuesta todavía que la de Villel es la ofita de Torrijas, impregnada de caliza y otros productos de transformación, á pesar de los cuales también se conserva muy bien definido el contorno de la piroxena primitiva. Entre ésta y la de Villel hay la diferencia de que en vez de rellenar la clorita los espacios que dejó la piroxena primitiva, forma un festón obscuro, verde amarillento, que rodea todo el elemento cristalino, y en la pasta se ven grumos de idéntica substancia envueltos por clorita más clara y transparente.

De las ofitas de grandes elementos sólo las de Baños de Camarena y Sarrión se encuentran en un estado que permita su estudio, pues las demás están profundamente alteradas. En ellas se ve la piroxena en grandes trozos cristalinos, moldeados por el feldespato adyacente, el cual, aunque en individuos de estructura polisintética de gran tamaño, se halla tan alterado, que cuesta trabajo averiguar que corresponde á la oligoclasa. Hay además en esas ofitas apatita, magnetita, ilmenita, clorita y anfibol, y en la de Sarrión una cantidad notable de un mineral que parece ser escapolita ó wernerita, en sustitución del feldespato extraordinariamente descompuesto.

Liparita de Griegos.—El cerro de San Cristóbal, entre Griegos y Orea, en los confines de Teruel y Guadalajara, se compone de rocas silurianas, al pie de las cuales hay un filón de 50 á 60 metros de ancho de una traquita cuarcífera ó liparita, áspera al tacto, cuya pasta gris rojiza envuelve cristales bipiramidales de cuarzo gris hialino, ortosa blanco lechoso ó rosáceo, oligoclasa, tablas exagonales de mica negra muy brillante y pequeños nódulos verdes de clorita.

Cuenca.

Diabasas y ofitas.—Pocos y muy pequeños son los asomos hipogénicos de la provincia de Cuenca, situados cerca de los confines con la de Valencia. Por su examen microscópico pudieron calificarse de afanitas y dioritas con arreglo á sus variaciones de textura.

Sus componentes esenciales son el oligoclasa y la augita, que rellena los espacios de los cristales de aquélla; vense también algunos de anfibol y magnetita abundante. La augita es dialágica; presenta frecuentes maclas, y de ella se derivan la viridita y la biotita; los cristales de plagioclasa rara vez son enteramente transparentes y no suelen agruparse más de dos individuos, y, por fin, abunda el cuarzo, rico en inclusiones fluidas de burbuja móvil.

Los asomos que se cuentan son los siguientes: uno al NE. de Cardenete, sobre la izquierda del Cabriel; otro á corta distancia al S. de Villora; otro al SO. de Aliaguilla, en el cerro de los Castellares; otro dos kilómetros más al N. del mismo pueblo, y señales de otro al NE. de Minglanilla.

En relación con estas rocas hipogénicas abundan las masas de minerales de hierro de la Serranía.

Basaltos.—Por ejemplares que existen en el Museo de Historia natural, coleccionados desde muy antiguo, asegura el Sr. Quiroga [1] que en la parte N. de la Serranía de Cuenca hay basaltos que sólo se diferencian de los de la Mancha por la presencia de la biotita en abundantes laminillas irregulares de color castaña, muy pleocróicas, carácter que los relaciona en cierto modo con la limburgita de Nuévalos.

Ciudad Real.

Basaltos.—Entre los Montes de Toledo y las vertientes septentrio-

(1) *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, tomo XIV, pág. 91.

nales de Sierra Morena existe la región volcánica de los Campos de Calatrava, comprendida desde Picón y Piebrabuena hasta el S. de Puertollano, y desde el cerro del Tesoro, en Bolaños y Torralba, hasta cerca de Almadén. No bajan de 100 los asomos de estas rocas que existen en el Siluriano ó en la línea de separación de este último y el mioceno; y si bien tan interesante región volcánica se halla alejada hoy de grandes depósitos de agua, ocupaba en la época de su formación una de las riberas más meridionales del extenso lago terciario de la Mancha. «Como prueba de la contemporaneidad del fenómeno eruptivo con el sedimentario lacustre, advierte el Sr. Quiroga [1], existen en diversos puntos varios asomos de tobas formadas con granos de lapilli cementados por caliza miocena.»

«En la época terciaria, agrega después, potentes erupciones de basalto se abrían paso á través de los sedimentos ya depositados y de los que entonces tomaban origen, solidificándose en el exterior en masas cupulares. Otras veces la materia eruptiva era escorificada, transformándose en productos detríticos por agua interpuesta en su camino, que enfriándola instantáneamente la hacía perder su homogeneidad y lanzarse violentamente al exterior en nubes de lapilli, bombas y cenizas; ó bien, por el contrario, la daba mayor fluidez y se vertía por el cráter del volcán en corrientes parecidas á las de las lavas actuales. Así resultaron unos volcanes homogéneos, otros estratiformes y todos ellos basálticos por la naturaleza de sus productos.»

Á los conos volcánicos estratificados que abundan en materiales sueltos llaman en el país *hormigoneras*, así como designan con el nombre de *negrizales* las manchas negras de productos volcánicos que hay en la superficie del mioceno.

Á veces el basalto se extendió en corrientes actualmente muy denudadas, como se observa especialmente en el valle de Puertollano, donde sobre los estratos carboníferos descuellan montecillos redondeados de esa roca hipogénica, como restos de grandes coladas cuyos

(1) *An. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 176.

focos de erupción se encuentran, según el Sr. Caminero [1], á cinco kilómetros al E. del mismo valle, entre el Villar y Villanueva de San Carlos, ó bien en otro centro importante al O. de Puertollano, junto á la aldea del Retamar.

Pasa de 60 kilómetros cuadrados la extensión superficial de todos los isleos basálticos de esta provincia, y entre los mayores citaremos los siguientes: uno alargado de NE. á SO., entre Almagro y Granátula, señalado en una longitud de 12 kilómetros, con un ancho medio de dos; otro al NE. de Piedrabuena, con un largo de cuatro por más de uno de anchura; otro un poco mayor, alineado de N. á S. al E. de Alcolea de Calatrava; otro casi tan grande como los dos anteriores, alargado de E. á O., en Almodóvar del Campo; otro en Retamar, y otro en Villanueva de San Carlos, de iguales magnitudes.

Existen los restantes, parte en los términos ya citados, así como en los de Picón, Poblete, Palazuelos, Cabezarados, Argamasilla de Calatrava, Villamayor, Ballesteros, Cañada, Baños de la Fuensanta, entre el Hoyo y San Lorenzo; dos en Mestanza, enclavados en el cambriano, y varios en el siluriano y el hullero de Puertollano.

D. Francisco Quiroga hizo un detenido *Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real* [2], por el cual tenemos un conocimiento bastante exacto de tan interesantes yacimientos

Principiando por su composición mineralógica, estos basaltos constan de los siguientes elementos esenciales: nefelina, augita, magnetita y olivino; con ellos se asocian accidentalmente la apatita y la hornablenda, y como productos secundarios ó deutógenos se citan la natrolita (derivada de la nefelina), la limonita, la hematites, la magnetita y la serpentina, originada por el olivino, y el aragonito procedente de la augita.

Á la nefelina se refiere la mayor parte de la base amorfa, generalmente incolora, cuya escasa polarización cromática varía del gris azulado al amarillo parduzco. En algunos basaltos del Castillejo del Río, en Puertollano, ofrece secciones exágonas ó paralelográmicas

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo III, pág. 245.
(2) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 161.

entre prismas de augita, ó tapizando las cavidades alveolares del lapilli gris de Arzollar. Por la incompleta cristalización de este mineral, todos los demás que con él constituyen el magma deben considerarse como inclusiones, además de las cuales hay en la nefelina poros gaseosos visibles con grandes aumentos, raras veces dispuestos en series lineales.

En las rocas de Arzollar la augita es porfídica; en las demás es microlítica, conteniendo la primera inclusiones negras y opacas de magma basáltico, de nefelina, de magnetita, aunque escasa, y vítreas incoloras, con burbuja fija formando series.

La magnetita de origen primario es abundante en Arzollar, donde se reparte muy desigualmente; escasa en Castillejo del Río y Cerro de la Ciruela, y considera Quiroga como secundaria la que existe en gránulos muy pequeños en el olivino alterado.

El olivino es casi exclusivamente porfídico, las más veces en granos irregulares producidos por la fragmentación de individuos completos, de bordes borrosos, fuertemente corroidos, convertidos en materia roja, como se ve en Arzollar, ó en un producto verdoso serpentínico, según se observa en Castillejo del Río; y aun cuando se transforme totalmente en limonita, guardan su forma característica y alguna que otra partecilla del mineral primitivo.

La primordial formación en estos basaltos del olivino á todos los demás elementos, excepto la augita porfídica, está demostrada por la acción corrosiva que ejerció sobre él la pasta fundamental, pues son muy frecuentes los cristales cuyos bordes están atacados y otros triturados por el magma. En algunas secciones se ven los puntos por donde tuvo lugar la inyección.

En el olivino se perciben inclusiones de magnetita, en gránulos redondos, en barritas entrecruzadas ó paralelas á los bordes del cristal, otras vítreas incoloras con burbuja fija y algunos poros gaseosos.

En los basaltos del Cerro de la Ciruela abunda la apatita en finas agujas alargadas; se ven algunas en los del Castillejo del Río, y escasean en los demás.

Cristales de hornablenda se han comprobado en los de Puertolla-

no, así como nódulos irregulares de natrolita, substancia que arrolló al exterior en su diferenciación los cristalitos de augita, de la substancia primordial, formando con ellos un cerco á su alrededor que le separa del resto. No todos los nódulos tienen la misma constitución interna, pues unos están atravesados por líneas de fractura rectas y paralelas, cruzadas por otras más cortas y que pueden ser de nefelina, y otros son de natrolita en fibras radiantes.

La limonita y la hematites es natural se encuentren como productos de peroxidación del hierro, del olivino y de la magnetita, así como el aragonito fué originado por infiltraciones de aguas termales y acídulas que descompusieron la augita. Contiene poros gaseosos muy menudos y una substancia arcillosa, opaca, gris, dispuesta en hebras.

Estudiados sus elementos, pasa el Sr. Quiroga á tratar de su estructura y clasificación, examinando detenidamente cada uno de los basaltos que siguen:

Basaltos y lavas de Arzollar.—Su macro-estructura ofrece todas las variedades posibles: desde el basalto más compacto, negro y lustroso, hasta la lava más celular con grietas y alveolos rellenos de aragonito blanco. Su nefelina está en granos y láminas irregulares; sus cristales de piroxena son cortos, mal formados y abundantísimos; tiene tantos gránulos de hierro magnético, que quitan casi del todo la transparencia del magma, y escasean más alrededor de las celdillas producidas por la salida de las burbujas gaseosas; la apatita falta, y es constante el olivino porfídico.

Basaltos de Puertollano.—En su pasta homogénea, de color más claro que los anteriores, se destacan cristales de olivino, cuya pasta exterior se halla descompuesta. Son compactos, de fractura concoidea y de cavidades sumamente pequeñas; carecen de augita porfídica; su magma es de mayor limpieza por efecto de una cristalización mejor: en unos la micro-estructura del magma es fluida; en otros, los prismas de piroxena se articulan, dejando entre sí espacios imperfectamente exagonales ó rectangulares, ocupados por nefelina, que contiene inclusiones en su centro.

El mayor de los cuatro isleos de Puertollano se encuentra entre el

río Ojailén y el arroyo Bonal, midiendo 1500 metros de largo por 500 de anchura media; le sigue en importancia el de Castillejo del Río, y los otros dos, que no suman una hectárea, en el cerro Baloña, junto al arroyo del Zorro. En estos dos parajes la roca es compacta, de color pardo azulado y abundante en olivino.

Basalto del Cerro de la Ciruela de Ciudad Real.—Roca agrisada con celdas grandes y muy espaciadas, algunas con aragonito. El olivino es el único elemento macroporfídico de su magma, en la cual abundan las agujas de apatita, y á pesar de su pureza no se reconoce en la nefelina comienzo alguno de su cristalización.

En resumen, uno de los hechos más curiosos de los basaltos de esta provincia es el corto número de minerales que les constituyen, pues la augita escasea ó falta enteramente; es más rara aún la hornablenda, y no existen la biotita, la melilita y la hauyna, que tanto abundan en otros basaltos de Europa. La escasez ó carencia absoluta de apatita es otra circunstancia excepcional, y, por fin, la presencia del olivino y la falta de la plagioclasa separa con toda claridad estas rocas del grupo de las tefritas.

Basaltos de otros islecos.—Los de Poblete son también ricos en olivino, de colores muy obscuros y algo califeros, y los de la Torre del Hierro de Mestanza, pardo-negruzcos, están cuajados de cavidades rellenas de caliza, existiendo una variedad descompuesta, de color gris con cristales voluminosos de peridoto.

Las escorias basálticas, ó mejor los basaltos escoriáceos, abundan en Calzada, en dicho Encinar de Villarroyuelo y en los cerros de los telégrafos ópticos de Almodóvar y Poblete. Son rocas parduzcas ó gris-azuladas, muy esponjosas, con sus cristales de peridoto ú olivino profundamente alterados, de los que se derivan arcillas ocráceas ó productos ferruginosos cubiertos de arcillas. Con frecuencia sus oquedades están rellenas de caliza y encierran en su masa cristalillos de cuarzo.

Los peperinos ó brechas basálticas abundan en todas las manchitas, compuestos de trozos de escorias, cantos de cuarzo, trozos de piroxena y de olivino reunidos por un cimento calizo ó calizo-arci-

lloso. Así se ven en las localidades acabadas de citar, en el cerro de la Muela de Mestanza, en el puente del Jabalón, cerca de Granátula y al S. de Puertollano, donde entre dichos elementos se entremezclan fragmentos de pizarras.

ARTÍCULO IV

REGIÓN MEDITERRÁNEA

Mayor interés y variedad ofrecen las rocas hipogénicas en esta región que en la central, pues además de las ofitas y diabasas tan frecuentes en la serie secundaria de los terrenos estratificados, hay por un extremo la zona basáltica de Olot y Castellfollit, y por el otro la andesítica y traquítica de Mazarrón y Cartagena, relacionada con la de Gata, que se describirá en el artículo siguiente.

Gerona.

Ofita de San Juan de las Abadesas.—Maestre, Teixidor y otros la citan entre las rocas que dislocaron las capas carboníferas y asociadas á yesos á través del numulítico; pero el Sr. Vidal no logró comprobar su existencia, y tal vez sea un error de clasificación de dichos observadores.

Diabasas.—Abundan entre el gneis de los orígenes del Ter y asociadas al cuarzo en un filón inmediato al nacimiento del Freser, y la variedad afanítica existe en San Hilario de Sacalm y en Darnius entre el granito. Según examen del Sr. Adán de Yarza, en la de San Hilario domina la plagioclasa en cristales muy turbios por inclusiones vítreas, que impiden se distinga con claridad su compenetración triclínica; los huecos que quedan entre estos cristales están, en su mayor parte, ocupados por clorita procedente de la alteración de la

augita, de la cual se conservan algunos granos no alterados, y junto á la clorita hay un poco de cuarzo de origen secundario.

En la diabasa de Darnius la plagioclasa es muy turbia; hay algunos trozos de augita, otros más escasos de hornablenda, un poco de cuarzo y bastante clorita acompañada de cristales de magnetita rodeados de un mineral pardo, que puede ser una variedad de anfibol. Aunque escaso, también hay hierro titanado en formas alargadas, y todos los elementos de la roca son á trechos de tal pequeñez, que pasan á un agregado microcristalino.

Basaltos de Olot.—Muchos son los geólogos españoles y extranjeros que visitaron los antiguos volcanes de la provincia de Gerona, desde que á fines del siglo pasado (1796) el Dr. D. Francisco Bolós dió la primer noticia de ellos, y el Sr. Vidal, en su *Reseña geológica y minera* (1), resume todos los datos recogidos que extractaremos sucintamente.

La zona volcánica de Gerona tiene una figura triangular, cuyos vértices están en Olot, Cabo de Creus y Hostalrich. En Olot es donde se conservan los cráteres que revelan la mayor energía ígnea de la zona, pues en el resto sólo se ven corrientes de lava ó de basalto derivadas de otros puntos, ó simplemente crestones que no llegaron á invadir terreno en los alrededores. Junto á aquella población, por el lado del N., hay tres cráteres, Montsacopa, Montolivet y La Garrinada, alineados de E. á O. El primer monte es de forma circular, con un cráter en lo alto de 16 metros de profundidad y 130 de diámetro, y se compone de lava porosa, cuyos fragmentos van rellenando la cavidad central, tendidos por las laderas exteriores en delgados lechos hasta Olot. La montaña Montolivet es mayor que la anterior: está al O. de la villa, en forma de media luna, con el cráter abierto del lado del N. desde la cima á la base, y también se compone de lava porosa con gruesas *bombas volcánicas*, en cuya fractura se nota la disposición del basalto en capas concéntricas. Al lado de este cerro se observa la dislocación producida en las capas sedimen-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XIII, pág. 272.

tarias por la aparición del volcán, pues las pudingas y margas eocenas inclinan 30° al O. El Puig de la Garrinada es un monte que casi toca con el Montsacopa, igual en su constitución, pero de figura menos regular por estar abierto del lado del S., notándose el interior del volcán desde la carretera de Bañolas.

Mayor que los tres anteriores es el monte volcánico de Santa Margarida de la Cot, situado á una legua al S. de Olot, con un cráter circular de 440 metros de diámetro, elevado 120 sobre los llanos en que se alza. En su fondo, que está á 47 metros del borde, se halla la ermita de Santa Margarita, en medio de una planicie redonda de 200 metros de diámetro, que poco á poco se va rellenando con el continuo acarreo de materias volcánicas. Por el S. de este monte inclinan con buzamiento meridional las pudingas y areniscas miocenas. Entre los fragmentos de lava menuda de las laderas interiores y exteriores se encuentran ejemplares de obsidiana, leucito, olivino y turmalina.

A poca distancia del anterior está el Cruscat, monte volcánico de figura hemisférica, si bien no forma cráter, y merecen citarse también el Puig de Baña de Boch, en término de San Martín de Llemana; el Puig dels Vasos de Llorá, cerca del anterior; el Moncal, cerca de Adrí, y la depresión cubierta de cultivo que media entre Llorá y San Martín de Llemana, por donde se abrió paso la materia ígnea y se conservó algún tanto el contorno de los cráteres.

Las corrientes de lavas y basaltos desprendidas de ellos ó aparecidas sin cráter alguno, se observan en bastantes sitios. Cerca de Olot, el Bosch de Tosca es una extensión de cinco kilómetros cubierta de lava, con relación á la cual refiere Bolós que, según un documento conservado en el Municipio de la villa, en 1421 se manifestaron tres bocas de fuego en una noche, que se apagaron en seguida.

Las Graderas de Santa Pau, á seis kilómetros al SE. de Olot, son bancos de lava escalonados en el camino de Gerona, formando resaltes hasta de seis metros de alto, é indica su pendiente que proceden del volcán Cruscat ó del de Santa Margarita, allí inmediatos. El señor Teixidor contó 43 lechos de puzolana en estas Graderas, lo cual

da idea de las muchas erupciones que ocurrieron; añade que al S. de Martiñá pueden contarse hasta 50, y menciona otra erupción basáltica en el monte Aigua negra de San Juan las Fonts, qne por el SO. sube en masa compacta al pie de la colina del Bach, levantando las margas y areniscas eocenas. En las Graderas de Santa Pau los lechos de lava ó puzolana alternan con otros de tierra vegetal: los primeros como testimonio indiscutible de periodos de actividad de los volcanes vecinos, y los segundos correspondientes á intervalos que mediaron entre unas y otras erupciones. Así se ve en dos parajes distintos en que la acción de las aguas pluviales excavó esa formación mixta descubierta en un tajo de 12 metros de altura. Según el Sr. Alsius (1), la mayor potencia de las formaciones volcánicas está en la parte inferior, lo que indica que en los primeros tiempos de estas erupciones fué mayor la actividad de los volcanes de que proceden.

En Castellfollit, continúa el Sr. Vidal, es donde aparece más imponente la masa de lava que arrojaron los volcanes de Olot, y que corrió por el cauce del Fluviá con un espesor de más de 60 metros, pues la población está edificada en el borde mismo de un despeñadero basáltico que forma una escarpa vertical de 55 metros de elevación transversalmente á la dirección del río. Pueden contarse cinco hiladas distintas en este hermoso corte, y en cada una el basalto aparece dividido en prismas verticales de cinco caras, de tres metros de alto por lo general, por cuyo sucesivo desprendimiento se acumularon en gran número al pie del tajo del río. No hay duda que la corriente de lava llegó más abajo de donde hoy termina; y con la lenta destrucción á que viene sometida por este trabajo de demolición espontánea, la población, que hoy se ve al borde del acantilado, tendrá que irse transportando más al interior.

Un cerrito que hay frente á Castellfollit, á la derecha del río, es notable por el aspecto que le dan los prismas basálticos de la cumbre. Tiene forma cónica, de 20 metros de alto, y aparece al S. y al

(1) *Efectos del volcanismo en la provincia de Gerona. Crón. cient.*, tomo VIII, pág. 125.

O. como un montón de ruinas por la confusa aglomeración de prismas amontonados en su falda, mientras que en la cima se levantan casi verticales, unidos por sus bases, separándose en lo alto un grupo que da al conjunto un bello aspecto. Estos prismas no son todos pentagonales; los hay exagonales, de siete y de tres caras, aunque raros, y su diámetro varía de 10 á 80 centímetros.

Otra corriente basáltica de importancia es la del cauce de la Riera de Amer, que en Ausias presenta grandes cantos basálticos, y algo más arriba numerosos prismas desparramados por el valle, formando en la margen izquierda un acantilado de 10 metros de altura en el sitio llamado Malpás. En este punto el agua del río salta por el E., siguiendo la pendiente de las margas numulíticas; pero algo más arriba, en el paraje nombrado La Farga, se desliza en cascada por la superficie del basalto. Esta corriente volcánica siguió por Las Planas á San Felió de Pallarols, edificado sobre basalto, y continúa el curso ascendente de la riera hasta la vertiente meridional que separa su cuenca de la del Fluviá.

Paralela á esta corriente hay otra en el valle de San Martín de Llemana, que empieza cerca de San Amiol de Finestras y baja por San Esteban, donde los negros crestones de basalto asoman por el cauce y por la orilla izquierda en lechos horizontales. En Llora descansan sobre pizarras silurianas. Termina la corriente antes de llegar al valle del Ter; pero á la derecha de este río, más abajo de Gerona, hay otro asomo basáltico en Flassá, atravesado por la carretera de Palamós, en contacto con las margas numulíticas.

En las cercanías de Gerona hay dos colinas basálticas, situadas entre San Julián de Ramis y Sarriá de Dalt: una de forma alargada y con una altura que no pasa de 100 metros sobre el valle, en el Puig de la Batería; y la otra, denominada Puig Guilana, de forma cónica, rematada en una meseta deprimida en su centro, á un kilómetro al N. de la anterior, detrás del castillo de Montagut.

Otras varias manchas volcánicas existen en la región baja de la provincia. En Caldas de Malavella ocupa los campos de Casa Rabassa y Casa Teixidor una capa de basalto, que puede seguirse al lado de

la vía férrea en largo trecho; y en el cerro de San Mauricio, á tres kilómetros de dicha población, asoma la misma roca á través del granito, formando prismas pentagonales en posición vertical ligeramente inclinados al S.

El castillo de Hostalrich, sobre el río Tordera, está edificado en lo alto de otro cerro granítico atravesado por un dique de basalto; en el Bajo Ampurdán aparece este último, junto á Palau Sabardera, en contacto con las pizarras micáceas; y finalmente, entre Cadaqués y Puerto la Selva, el Dr. Teixidor descubrió rocas basálticas en la cumbre del Puig Ferrat, que se eleva 300 metros sobre el mar, y menciona además la existencia de materiales volcánicos entre Vilanova y Castellón de Ampurias, cerca de Pedret, en la cantera del Ros de las Olivas.

La composición de estos basaltos es muy uniforme. No difieren entre sí más que en las variables proporciones de materia vítrea por efecto de su enfriamiento más ó menos brusco. Como elementos de primera consolidación, están formados de peridoto, piroxena y hierro oxidulado, en mezcla con microlitos de labrador, magnetita y piroxena con algunos cristales grandes de anortita.

Por sus caracteres exteriores, el Dr. Bolós, que con tanto esmero se fijó hace un siglo en estas formaciones volcánicas, distingue [1] desde luego el basalto compacto, las lavas esponjosas muy ligeras, las escorias de lava pesada y la puzolana. Los basaltos compactos ocupan el fondo de los cráteres, se agrupan en prismas por algunas escarpas, y también en el fondo del Fluviá y de la ribera de Ridaura, por haber arrastrado las aguas las lavas ligeras, dejando los basaltos al descubierto. Las lavas esponjosas cubren á las compactas, y las puzolanas á las lavas, aunque en ciertos sitios se intercalan entre las otras rocas volcánicas.

Como rareza digna de anotarse señalamos que en las Graderas de Santa Pau de Olot se hallaron hace pocos años ejemplares de limburgita muy parecida á la de Cuevas de Vera.

(1) *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot*, segunda edición, pág. 58.

Respecto á la edad de las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona, está bien demostrado que las primeras eyecciones datan de la época cuaternaria, pues existen cantos basálticos entre las arenas depositadas en el antiguo lago de Caldas de Malavella. Pero la mayor actividad hipogénica, la aparición de los volcanes de Olot, es posterior al diluvium, ó sea á los aluviones antiguos, puesto que en la Riera de Amer y en Castellfollit yace la lava sobre estos últimos, y, por consiguiente, ha de suponérsela de la época actual.

Una particularidad de los terrenos volcánicos de Olot son los famosos *bufadors* ó corrientes de aire fresco que salen de las grietas de aquéllos de una manera muy perceptible en el verano. En Plas-as-Vigas, por la falda del Croscat, en el monte Batet, á orillas del Fluviá y por bajo de algunas casas de la calle de San Cristóbal, de Olot, existen grandes huecos en la roca, por los cuales se establecen esas corrientes atmosféricas que tanto llamaron la atención del citado Bolós y de otros escritores que le precedieron. Por las observaciones que hizo aquél el 23 de Julio de 1834 se pudo notar una diferencia de 17 grados entre el aire ambiente y el que salía de los *bufadors* ó *sopladores*, como también los nombra; reparando el 11 de Enero del año siguiente que, estando á cero el termómetro en la villa de Olot, subía hasta 10° en el aire de los sopladores.

Otro efecto del volcanismo en la comarca se observa en el extenso banco de toba caliza que ocupa el llano de Olot, Santa Pau, Moncal y Adri, y el cual quedó cuarteado en mil direcciones, siendo imposible hallar un área de 10 metros sin contar con una ó más grietas. Al O. del lago de las Tunas debieron ser tan fuertes las contracciones de la masa volcánica, que en más de 300 metros se levantó un muro de roca viva cinco metros sobre el actual terreno, quedando rajado en mil direcciones.

Efectos del volcanismo de Olot fueron los grandes terremotos que ocurrieron desde 1426 á 1434, sintiéndose primero en Amer de un modo estrepitoso [1], principalmente el 15 de Mayo de 1427, en que

(1) Alsius, loc. cit., pág. 127.

ocurrieron espantosas ruinas y desgracias personales en Olot, Castelfollit y pueblos inmediatos. En Lloret, cerca de Amer, se abrió la tierra, lanzándose por el aire piedras, tierras, aguas y gases; otra grande grieta apareció en la montaña que separa los valles de Bas y Hostoles; y junto al Mercadal de Bas el terreno de un bosque de álamos negros se corrió largo trecho por la pendiente de un monte hasta un punto más bajo, donde continuó vegetando con igual lozanía.

Barcelona.

Basaltos.—El único punto de la provincia de Barcelona de donde se citan rocas hipogénicas modernas es el Turó de Casa Ferrer de San Pons, al O. de Tordera, no lejos de los confines con Gerona. Está formado ese cerro por basaltos análogos á los de Olot, que asoman en la cúspide, formando bolas y prismas unidos entre sí, y lavas esponjosas gris-rojizas y parduzcas esparcidas por la base de aquél.

Rocas volcánicas análogas se hallan en otro cerro próximo al anterior, y sobre el cual estuvo edificada la ermita de San Cornelio.

Tarragona.

Diabasas y ofitas.—Entre Tortosa y Gandesa, á derecha é izquierda del Ebro y no lejos de este río, es donde aparecen varios asomos diabásicos ú ofíticos con caracteres análogos á los ya reseñados.

La mancha triásica de Benifallet es la que encierra la mayor parte de ellos, que comienzan á mostrarse á Poniente del Baquerizal y al S. del agudo pico de los Ganchos, en los puertos de Arnés, donde la roca, de colores verdoso y rojizo á la vez, se ofrece sumamente alterada y terrosa. Cerca de la fuente de San Roque, á dos kilómetros á Poniente de Pauls, la variedad amigdaloide ó espilita encierra nódulos de caliza blanca, con una aureola de clorita verde en una pasta morada. Muy dura y compacta, de color verde negruzco, en parte

concrecionada en bolas de variables dimensiones, forma la ofita otro isleo al S. de Prat de Compte, en los vallejos inmediatos al camino de Pauls; y con variable consistencia y diversos grados de alteración, si bien en su mayor parte terrosa, al otro lado del Ebro, entre Benifallet y Cardó, hay otra manchita, alineada de E. á O., que apenas mide dos hectáreas.

Existen también algunos isleos en la mancha triásica de Alfara, al S. de la anterior. En el castillo de Carlés de Toscá aflora uno alineado al NO. de 100 metros de largo por 25 de ancho, en que la ofita se asocia á espilitas compactas, en concreciones esféricas, terrosa en su mayor parte, con el aspecto de un conglomerado de fragmentos menudos, de color gris verdoso, salpicado de pardo amarillento. Otras manchitas, todavía menores, hay dos kilómetros más al SO., junto á las fuentes de Toscá, en el comienzo del valle de este nombre, próximas á la ermita de la Magdalena, y pequeños afloramientos de tierras rojas, procedentes de la descomposición de las ofitas infrayacentes, se observan además al pie de las canales de Os, á cuatro kilómetros al SO. de Alfara y en el remate occidental de la misma mancha triásica, al pie del Bosch Negre. A 400 metros á Levante del Molino de papel de Arriba existe otro insignificante afloramiento de la misma roca hipogénica, que reaparece también entre los yesos inmediatos al barranco del Fangar, en el kilómetro 23 de la carretera de Tortosa á Gandesa. Finalmente, en la mancha liásica de los puertos de Beceite, próximo á los dos triásicos anteriores, hay otro asomo de tierras verdosas, junto al Mas de Blanco, á un kilómetro al O. de las Rocas de Benet.

El Sr. Gonzalo Tarín examinó al microscopio algunas muestras de diabasas de Pauls y Alfara [1]. En una de Pauls, con el aumento de 80 diámetros, aparece el feldespato labrador en multitud de microlitos filiformes, compuestos de dos ó más individuos transparentes y azulados, agrupados según la ley de la albita, y con el aumento de 180 las laminillas se acusan más francamente, notándose has-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVI, pág. 174.

ta seis en un mismo cristal. La piroxena, en porciones muy grietadas, muy desiguales y mucho mayores que las del feldespato, está penetrada con profusión de productos cloríticos pulverulentos que enturbian sus secciones, y abunda también la magnetita. En otro ejemplar del mismo yacimiento la roca es una asociación de plagioclasa en cristales alargados, augita en playas incoloras y granos aislados, magnetita repartida con uniformidad y un poco de anfibol procedente de la augita.

En una diabasa de Alfara el feldespato triclinico se ofrece en microlitos alargados sumamente descompuestos; reemplaza á la piroxena un mineral verde intenso (viridita?), sin pleocroismo y de textura fibrosa; abundan los granos y filoncitos de calcita; en varios puntos la limonita tiñe á la roca de color amarillento, y abunda también el hierro oligisto en arenillas de color rojo vivo, transparentes en los bordes.

Baleares.

MALLORCA

No miden menos de 70 kilómetros cuadrados unos 20 islotes hipogénicos que asoman entre el jurásico de Mallorca, alineados paralelamente á la costa septentrional desde Andraitx hasta cerca del puerto de Pollensa. El más largo pasa junto á esta villa con una longitud de 19 kilómetros y un ancho que varía entre uno y dos; por el alto del Tex (1004^{m}) hay otro que desde Valldenusa se prolonga 10 kilómetros con uno de anchura; cinco se cuentan al NE. en Sóller y Fornalutx, y otros tantos en Tuent y la Calobra, que miden 20 kilómetros cuadrados. agregándose otros 12 de extensión en los restantes, situados en el extremo SO. de la isla, por los términos de Andraitx, Puigponent y Esporlas.

Melafiros.—Los Sres. Fouqué y Michel Lévy [1] reconocieron en

[1] Hermite, *Etudes géologiques sur les îles Baléares*, pág. 304.

los melafiros mallorquines grandes analogías con los de Oberstein y los Vosgos, no sólo por su composición, sino por su estructura y las alteraciones que sufrieron. A simple vista aparecen tales melafiros como variedades amigdaloides compuestas de núcleos blanco-verdosos englobados en una pasta fino-granuda de color violáceo, y como cristales grandes sólo se notan los del peridoto ferrífero ó fayalita, con apuntamiento agudo en sus secciones, rodeados de una zona gruesa ferruginosa, atravesada de grietas irregulares. A veces el depósito ferruginoso invade todo un cristal; á veces también los núcleos cristalinos se coloran por transparencia en pardo claro, ofreciéndose bastante dicróicos, y en ciertos casos se une además á esa alteración ferruginosa la transformación en serpentina, tan general en el olivino.

Estos cristales, sin embargo, tienen un carácter diferente de los genuínos del peridoto, pues poseen cruceros, y uno de éstos sigue la prolongación de las estrías finas rectilíneas correspondiente al brillante ó micáceo que la lente acusa en el mineral pardo señalado más arriba. El otro es transversal y desigual. El crucero regular aparece principalmente en las secciones pardas y dicróicas por transparencia, y las porciones transformadas en serpentina no lo presentan nunca.

Si la forma de las secciones con apuntamientos agudos y las fracturas irregulares de muchas muestras no alejasen la idea de referir el mineral á la hiperstena, á esta determinación conduciría indefectiblemente la consideración del dicroísmo y de los cruceros.

Sometida una lámina delgada de uno de los ejemplares de Sóller á la acción del ácido clorhídrico á 50°, durante doce horas, se decoloró por completo, permaneciendo inalterables los microlitos de labrador y de augita; el hierro oxidulado se disolvió enteramente; los cristales grandes (olivino ó hiperstena) se decoloraron primero, y al final del experimento habían perdido toda acción sobre la luz polarizada. Esta reacción confirmaría la determinación como olivino de los mismos cristales; pero no ha de olvidarse que la hiperstena, alterada ya por las acciones secundarias, pudiera también en esas condiciones ser atacada por el ácido.

Si se considera que el peridoto es un monosilicato de magnesia y hierro y la hiperstena un bisilicato de las mismas bases, se comprende que por eliminación de una parte de éstas el primero de dichos minerales pueda transformarse en el otro.

La alteración de las porciones de ese peridoto observada entre las zonas ferruginosa y decolorada por la acción del ácido, es á veces tan intensa, que resulta enteramente isótropa, ó á lo sumo presenta entre los nícoles cruzados algunos agregados azules serpentinosos.

Además de los cristales referidos, entran en la composición de estos melafiros microlitos feldespáticos pertenecientes á dos tipos, raras veces mezclados, ordinariamente con la macla de la albita, unos de oligoclasa fibrosa, otros de labradorita. El melafiro de Sóller, rico en labradorita, encierra además microlitos de piroxena y de hierro oxidulado. Otro ejemplar del N. de Andraitx, rico también en labradorita, tiene microlitos de un mineral rómbico, verde, dicróico, finamente estriado á lo largo y que tal vez será una variedad de hiperstena.

Estos diversos cristales se hallan implantados en una materia amorfa, por lo regular abundante, casi siempre muy alterada, y en la cual las acciones secundarias desarrollaron calcita, á expensas de los feldespatos, ópalo, serpentina, cuarzo granudo, clorita, limonita y hematites.

El relleno de las oquedades se compone unas veces de una corona de cuarzo granudo que envuelve un núcleo calizo, y en la calcita de un ejemplar de Tuent se descubrió al microscopio un cuerpo cúbico (fluorina?), siendo muy frecuente en todos que á la inmediación de los filoncillos secundarios de calcita se agrupen los productos ferruginosos en herborizaciones regulares. Otras oquedades están rellenas de ópalo, en cuya masa se aislan pequeños esferoides de cuarzo globular rodeados de una aureola calcedónica, los cuales tienen por centro un núcleo de hematites.

Un melafiro de Son Mal Ferrit, cerca de Esporlas, muestra el peridoto, el hierro oxidulado y la pirita como elementos de primera consolidación; microlitos de labradorita, piroxena, hierro oxidulado

y de mica negra y una pasta vítrea punteada, como elementos de segunda.

Resumiendo sus observaciones acerca de los melafiros de Mallorca, los Sres. Fouqué y Michel Lévy terminan diciendo que estas rocas son ricas en peridoto y en microlitos feldespáticos; pero están desprovistas de feldespato y de piroxena en cristales grandes. No pueden, pues, referirse sino á la serie de los basaltos ó á la de los melafiros, y por su aspecto macroscópico y la abundancia de cuarzo entre los productos secundarios deben referirse de preferencia á los melafiros, distinguiéndose los dos grupos de los andesíticos y labradóricos. Al primero corresponden los de Tuent, Buñola, Aubarca, Bimariaix y Sóller; al segundo los de Son Mal Ferrit, el hipersténico del N. de Andraitx y el augítico de Sóller.

En su *Examen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas recogidas por D. Luis M. Vidal en la isla de Mallorca* (1), nuestro distinguido compañero el Sr. Adán de Yarza adelantó á las observaciones anteriores otras muy dignas de tenerse en cuenta, y que en muy pocas palabras vamos á extractar.

En la micro-estructura de estas rocas se observa mucha variedad, desde las que apenas presentan más que una base amorfa desvitrificada y cristales de hierro magnético, hasta aquéllas en que la individualización de los minerales ha ido mucho más adelante, quedando tan sólo restos del primitivo magma. Entre estos cristales predomina siempre la plagioclasa (labradorita ú oligoclasa), con ausencia completa de ortosa; los demás minerales son mucho más escasos; en algunos ejemplares aparece la augita, en otros la hornablenda y en todos la magnetita.

Agregaremos, por fin, que el Sr. Adán de Yarza no consigna la presencia del olivino, por cuya razón clasifica estas rocas de porfiritas más bien que de melafiros.

Basalto.—De basalto clasifican los Sres. Fouqué y Michel Lévy una roca de Vignolas, cerca de Sóller, compuesta de cristales gran-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI, pág. 23.

des de peridoto transformados parcialmente en serpentina; de microlitos de labradorita, de piroxena y de hierro oxidulado, con abundante materia amorfa, en la cual se distinguen, como productos de alteración, algunas concreciones verdes de polarización débil.

Andesitas.—El cerro de Lofre suministra una roca tobácea andesítica formada de grandes cristales de sanidino y de oligoclasa, con apatita y zircón incluídos en ellos, todos envueltos por una materia amorfa, tan abundante, que constituye la mayor parte de la roca. Se distinguen, sin embargo, en la pasta muchos microlitos alargados, de apariencia feldespática, tal vez de oligoclasa, y gran parte de dicha materia amorfa y de tales microlitos se hallan transformados en ópalo y en serpentina.

IBIZA

En diferentes puntos de la isla de Ibiza asoman en el trías y el cretáceo inferior varias rocas hipogénicas modernas. En el extremo NE., frente á la isla de Tagomago, hay cinco afloramientos entre el trías; otro se descubre poco más á P., en las vertientes meridionales del monte Furnás; cerca de la Punta Grosa, junto á la ermita de San Vicente Ferrer, vese otro entre el cretáceo; rodeados de diluvial y tocando al mar, existen otros dos al NO. de San Juan Bautista; otros tres en el cretáceo, entre las ermitas de San Miguel y San Mateo, y otros cuatro en idénticas condiciones alrededor del monte Atalayasa, por la parte SO. de la isla.

Según los estudios hechos al microscopio por el Sr. Mac-Pherson [1], esas rocas corresponden á dos especies distintas que no tienen analogía con las de Mallorca: andesitas anfibólicas y ofitas, cuya aparición, según el Sr. Vidal, puede corresponder á la época terciaria.

Ofitas.—En las canteras de yeso de la colina de Casa Nabot, cerca del pueblo de San Agustín, abundan los fragmentos de ofita, oculta bajo la tierra vegetal, pues su afloramiento no se descubrió toda-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VII, pág. 98.

via. Los ejemplares que resistieron á la alteración son del color verde negruzco que las caracteriza, encerrando algunas venillas de carbonato de cal, y cuando la roca está descompuesta es de color pardo rojizo. Al microscopio se observa que la constituye un agregado de cristales de feldespato triclínico muy turbio, con fragmentos de piroxena en gran parte transformada en un producto amarillo verdoso. La magnetita es muy abundante, ya en fragmentos irregulares, ya en formas alargadas.

En la isla de Formentera encontró el Sr. Vidal un fragmento grande y anguloso de ofita igual á la de la colina de Casa Nabot; pero como no es creíble que las corrientes lo hayan trasladado en aquel estado desde un afloramiento tan distante, es lo más probable que exista alguno en paraje recóndico é inexplorado de la isla misma, ó que la tierra vegetal y los montoncitos de arena de la costa lo mantengan oculto.

Andesitas.—Entre los yesos del valle de Figueral que tocan á la costa hay una roca de aspecto traquítico, áspera al tacto, con cristales prismáticos de anfibol negro, distinguibles á simple vista. Una variedad es de color gris verdoso, y en ella los cristales dominan sobre la pasta; otra es de color más obscuro, y su pasta es más abundante que los cristales, aislándose algunos hasta tener un centímetro de longitud. Al microscopio y con pequeños aumentos se ve que el anfibol tiene un dicroísmo muy intenso, enturbiándole con frecuencia la magnetita, que ya forma una franja á su alrededor, ya ocupa la parte central de los cristales. Se observan también grandes fragmentos de piroxena amarillo-rosada, íntimamente unidos con el anfibol; y con aumentos de 100 diámetros para arriba se nota que la pasta está formada de innumerables trocitos y microlitos de anfibol, algunos fragmentos redondeados de piroxena, abundante magnetita en cubos diminutos y numerosos cristales de feldespato muy turbio, en los cuales se descubren trazas de estructura polisintética, al modo de las agrupaciones usuales de la andesina. A diferencia esta roca de la anterior, los cristales de feldespato no influyen sobre los demás elementos que están irregularmente repartidos ó aprisionados por aquéllos.

En algunos ejemplares de la misma localidad se descubren venillas y placas de cuarzo, hallándose restos de tan escasa acción sobre la luz polarizada, que bien pueden considerarse como de residuo vítreo.

Subiendo por el valle de San Vicente desde la cala Mayans, se halla otro afloramiento entre yesos y dolomías por la vertiente del Norte. La roca, algo alterada, con numerosas bolas más compactas y de color más obscuro, es de elementos más pequeños que la de las anteriores, pero los cristalitos del feldespato de su pasta se distinguen muy bien en la luz polarizada.

Castellón.

Ofitas de Cirat, Alcudia y Villahermosa.—Análogas á las que siguen de Segorbe, son las ofitas que hay en otros términos de la provincia de Castellón. Cirat está edificado en un islote de esa roca que se extiende hasta el río Mijares; otro hay junto á Alcudia, y se halla otro á la salida de Villahermosa para Zucaira.

Ofitas de Segorbe.—Alrededor de Segorbe hay varias manchitas hipogénicas, la principal de las cuales es la del cerro San Julián, entre S. y P. de la población, ó sea entre la Cruz de Media Legua y el Pinar de San Juan. La ofita micácea que le constituye es de grano grueso, reconociéndose á simple vista los cristales blanco-lechosos, mates, alargados de feldespato, hojuelas de biotita y una substancia gris verdosa parecida á la clorita escamosa y térrea. El microscopio demuestra además, según el Sr. Quiroga [1], la presencia de dipiro, calcita y epidota, derivados del feldespato, la augita, la biotita y la clorita; granos irregulares de magnetita, cuarzo y cristalillos de apatita, ricos en inclusiones gaseosas. En su feldespato, que forma agrupaciones prismáticas alargadas polisintéticas propias del labrador, abundan las inclusiones gaseosas rectangulares paralelas á su longitud. Asociado al feldespato y pasando á él de un modo

(1) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 60.

insensible se halla la wernerita, incolora, bacilar, radiada, en condiciones análogas á las que hay en las ofitas de Teruel y de Portugal; y á su lado rellena los huecos que tapiza, la calcita, derivada de ambos silicatos, con algunos granillos de epidota. La augita es de color rosado violáceo, del tipo frecuente en las ofitas, sin maclas ni señales de dialagización, ocupando los intersticios del labrador y penetrada de clorita; y el mineral que más caracteriza esta roca es la biotita en abundantes individuos macroscópicos que la imprimen una textura granítica, muchos de los cuales son de color verde en sus bordes, pasando insensiblemente á clorita amarillenta con manchas rojizas.

Basaltos y tobas de las islas Columbretas.—Á 67 kilómetros al E. de Castellón de la Plana, cuatro grupos de peñones bañados por el Mediterráneo constituyen las islas Columbretas, la mayor de las cuales se extiende en forma de herradura, indicando ser restos del cráter de un antiguo volcán, cuyo extremo septentrional sobresale en el monte llamado Colibre. Este cráter forma la pequeña bahía nombrada puerto Tofiño, y á unos 1600 metros á Poniente de dicho monte se descubre el segundo grupo de islotes volcánicos, el mayor de los cuales, de figura de una silla de caballo, se llama Malespina, rodeándole los titulados Bauzá, Espinosa, Valdés y Navarrete. Á 5556 metros al S. del Colibre está el grupo del *Galiano* con la apariencia de un barco con sus velas hinchadas por el viento, rodeado de los islotes Cerquero, Baleato y Churruca y el arrecife Luyando. Entre los grupos de Malespina y Galiana se encuentran el islote Ferrer y el peñasco Joaquín; entre Ferrer y Malespina surge el arrecife Fidalgo, y hacia Poniente, junto á Joaquín, el banco de López.

Todos estos grupos son de origen volcánico, y según el capitán Smyth [1] formados de lavas, escorias y obsidianas; pero de los estudios hechos por el P. Antonio Vicent [2], se deduce que las rocas de estas islillas son escorias basálticas y tobas palagoníticas.

(1) *Jour. of the Royal Geogr. Soc. of London*, vol. I.

(2) *Noticia litológica de las islas Columbretas. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIV, pág. 173, y *Crón. cient.*, tomo IX, pág. 249.

Las escorias basálticas son cavernosas, celulares, negruzcas, ásperas al tacto, y examinadas al microscopio presentan cristales de augita, olivino, plagioclasa, magnetita con una base vítrea llena de triquitas de esta última y microlitos de plagioclasa y augita. Ésta, de secciones variadas, á menudo se ve fragmentada en trozos separados por los planos de crucero; varios de sus cristales están alterados y descompuestos en su centro y otros en los bordes, observándose rendijas por donde penetró la base vítrea. El olivino, en general más abundante, se nota en cristales, muchos de ellos parcialmente transformados en limonita, y la plagioclasa se ofrece en maclas, indicando las extinciones por la luz polarizada que los grandes pertenecen á la anortita, si bien por sus contornos y brillo particular tienen mucha analogía con el labrador. Lo mismo que los otros dos elementos, la anortita contiene inclusiones de magnetita, substancia tan abundante en estas rocas que, reducidas á polvo, se reúne en bastante cantidad por la presencia del imán. La textura de estas escorias es claramente la microlítica, del tipo traquitoideo de las rocas básicas modernas, pues la base vítrea incolora ó algo verdosa encierra muchas secreciones cristalinas de microlitos de plagioclasa, labrador y de augita de segunda consolidación.

No se encontró muestra alguna correspondiente á la serie sanidínico-anfibólica; faltan la traquita y la fonolita, así como el basalto nefelínico de la serie plagioclásico-augita. Sin embargo, el capitán Smyth asegura que el islote Ferrer es una roca fonolítica y que las dos puntas cónicas del extremo S. de la Columbreta mayor son de traquita vítrea.

Las tobas palagoníticas tienen á simple vista diferencias notables: unas ofrecen claramente la estructura de roca clástica, puesto que una base vítrea formada de cenizas volcánicas rodea y contiene hermosos cristales de augita, granos de lapilli y de palagonita amarillentas; en otras, por el contrario, no existen los granos de lapilli, presentándose los amarillos de las tobas palagoníticas. A distinción de lo que se observa en otras de Sicilia, de Java y de Islandia, muestran á simple vista cristalillos de augita.

El examen microscópico de las tobas de Columbretas revela los elementos siguientes: palagonita que rodea y envuelve cristales microporfídicos de olivino, augita y plagioclasa; la zeolita, la picotita y la magnetita. Raros son los cristales microporfídicos de los tres primeros, en general fragmentados; la picotita forma inclusiones octaédricas en ellos, principalmente en el olivino; la magnetita se encuentra en octaedros ó granos copiosamente esparcidos, y la palagonita aparece en granos angulosos de bordes irregulares. Por la excesiva pequeñez de sus cristales y agujitas no ha sido posible determinar la especie de zeolita que con frecuencia se intercala entre muchos fragmentos de palagonita; aunque por analogía con otras, supone el P. Vicent que sea la zeolita sódica, ó sea la mesotipa y quizás también la estilbita. Finalmente, en casi todas las placas de estas tobas existen inclusiones gaseosas, esféricas y elípticas, unas enteramente opacas, otras con bordes obscuros y el centro claro.

Termina el P. Vicent su *Noticia litológica de las islas Columbretas* con varias indicaciones acerca de la formación de las tobas palagoníticas, según Sartorius, Rosenbusch y Penk. Para el primero de estos tres naturalistas, la palagonita no es más que la sideromelana transformada en el seno de las aguas del mar, asegurando el segundo que el agua de la palagonita se debe á causas secundarias y posteriores á la erupción volcánica. Penk, por el contrario, intenta demostrar que no existe la substancia llamada palagonita, pues las tobas así llamadas se reducen á residuos semejantes al lapilli de cenizas basálticas sólidamente cimentadas por la acción del agua y del viento, con una base vítrea fundamental dominante y con secreciones de minerales característicos de basaltos. Es verdad que muchas tobas palagoníticas carecen de uno ó de varios de los componentes del basalto; pero en opinión de Penk estas variaciones nada indican, y en otros casos la base vítrea reemplaza á los minerales característicos del basalto que faltan.

Valencia.

Tan exiguo desarrollo tienen las rocas hipogénicas en la provincia de Valencia, que se reducen á dos pequeños asomos entre las margas ó arcillas yesosas del trias. El primero es el de las Peñas Negras de Alfarp, así llamado por el color obscuro de la ofita que las forma y que es de aspecto homogéneo y muy dura. Examinada al microscopio se la ve constituida por oligoclasa en cristales prolongados no bien definidos, pero muy abundantes; augita de color sonrosado, en gran parte transformada en clorita, y en ciertos sitios en dialaga, y anfibol de color castaño. Hay además en la roca magnetita, hierro titanado, esfena y algunos granos de cuarzo.

En la Peña Negra de Quesa, á dos kilómetros al NE. del pueblo, sobre la izquierda del río Escalona, hay otro cerro cónico de ofita idéntica á la de Alfarp, que se divide en fragmentos poliédricos. A su piroxena y á su oligoclasa se reúne la tremolita de color verde muy obscuro, existiendo además la pirita de hierro, la titanita y cristales de cuarzo apenas perceptibles á simple vista.

Alicante.

Ofitas y diabasas.—Entre Altea y Calpe hay un promontorio que avanza un centenar de metros en el mar, cuya mitad es de una masa de yeso y la otra mitad de una roca cristalina, ofita ó diabasa probablemente, formada, según Delesse afirma, de un feldespato plagioclasa verdoso, íntimamente mezclado con hojuelas microscópicas de anfibol, algo de hierro oxidulado, pirita de hierro y tal vez caliza, pues hace efervescencia con los ácidos.

A tres kilómetros al NO. de Finestrat, en la ladera izquierda muy escarpada de un barranco, hay otro isleo ofítico cuya roca fué exa-

minada por Quiroga [1]. Es una roca cristalina, mezcla de piroxena y feldespato labrador, este último en maclas según la ley de la albita y algunas según la de Carlsbad, muy fresco y transparente, con raras inclusiones gaseosas. La augita es amarillenta rosácea, de contornos irregulares, viéndose en algunos fragmentos las dos series de líneas de exfoliación según el prisma, iniciándose en otros las finas estrías de la dialaga. Como productos deutógenos, se observa la serpentina en vetas amarillentas verdosas que cruzan la piroxena; clorita en láminas y manchas verdes irregulares; biotita en hojas pardas; ortoclasa y cuarzo asociados; pequeñas masas pegmatíticas, y magnetita poco abundante en granos gruesos é irregulares.

Otras ofitas menos estudiadas hay entre las margas triásicas y los yesos de Parsent, Altea y de la Peña del Aguilef, al S. de Callosa.

Murcia.

Las provincias de Murcia y Almería tienen excepcional importancia entre todas las de España, respecto á las rocas hipogénicas modernas del grupo de las traquitas y andesitas, radicando en su mayor parte entre el cabo de Gata y el de Palos, á orillas ó muy próximas del Mediterráneo.

En su descripción geológica y minera de las provincias de Murcia y de Albacete, el Sr. Botella señaló muchos afloramientos de estas rocas, á las que han fijado con precisión sus propios nombres otros geólogos que, como los Sres. Osann y Quiroga, las sometieron al examen microscópico, hoy tan en boga.

Dos grupos principales de isleos inmediatos á la costa y otros varios esparcidos en diversas comarcas de la provincia debemos enumerar. Los dos principales asoman entre el mioceno de Mazarrón, donde hay más de una docena de manchitas en el mioceno y el cua-

(1) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI, pág. 16.

ternario de la sierra de Cartagena, entre esta ciudad y las islas del mar Menor.

Otros isleos hipogénicos hay diseminados en varios puntos del trías al SE. de Puerto Lumbreras, en la sierra de Enmedio, confinando con Almería, en el extremo SO. de la sierra de Carrascoy, entre Caravaca y Cieza, al O. de Santomera, al S. de Beniaján, en Jumilla de Fuensanta y otros términos; entre el mioceno de Albudeite, de Fortuna, de Torremendo, y en el cuaternario de Fuente Alamo.

Hay en total un centenar de isleos eruptivos en esta provincia, sumando en junto unos 20 kilómetros cuadrados.

Muchas de las observaciones que inmediatamente vamos á hacer relativas al cabo de Gata, son aplicables á las andesitas y traquitas de esta provincia, con las cuales tienen la mayor analogía de composición y yacimiento. Pero antes debemos advertir que en el plano de la sierra de Cartagena, publicado por el Sr. Botella [1], se distinguen con diferentes colores y signos las siguientes rocas volcánicas: 1.°, basaltos; 2.°, trapps y wackas; 3.°, traquita porfiroide; 4.°, traquita granitoide; 5.°, traquita brechiforme, y 6.°, traquita terrosa.

Los basaltos asoman en tres manchitas rodeadas del terciario, al NE. de Cartagena, entre el ferrocarril de Murcia y la carretera de las Herrerías: una en el cabezo de Felipe; otra en el de la Tía Laura, y otra más pequeña en el cerrito de la Media Legua. De estos basaltos no se han hecho todavía estudios micrográficos.

Tres isleos de trapps y de wackas, cada uno de un kilómetro cuadrado de extensión, señala el Sr. Botella en los cabezos de Ventura, de Roche y Rajado, sitos entre Cartagena y las Herrerías, y como luego veremos, están formados principalmente de andesitas, rocas que también dominan en el cabezo de Carmoli é islas del mar Menor, incluidas entre las traquitas porfiroides por dicho geólogo.

Apunta como traquita granitoide las rocas volcánicas del cabezo de la Atalaya, al N.NO. de las Herrerías, y como traquitas brechifor-

(1) *Descripción geológica y minera de las provincias de Murcia y Albacete:* 1868.

mes las del cabezo de Asas, que igualmente corresponden más bien al grupo andesítico.

En otro plano topográfico y geológico de Mazarrón que en la misma Memoria de Murcia incluye el Sr. Botella, se distinguen las traquitas con piedra aluminosa de las muy alteradas y con vetas de hierro de la misma mancha situada al N. y O. de aquella villa. Descuellan en los cabezos de los Perules y de San Cristóbal, así como en el cerro de la Javalina, y deben ser de análoga composición á las anteriores de Cartagena.

Todos estos isleos hipogénicos de la provincia de Murcia son excepcionalmente interesantes por su íntima relación con los ricos y variados criaderos metalíferos que enumeraremos en su lugar correspondiente.

Andesitas del mar Menor y Cartagena. —Las rocas que forman los islotes Perdiguera, Esparteña, Mayor y Redondella, del mar Menor, así como las del cabezo de Ventura, cabezo del Carmoli, Fuente Vieja y otros puntos de la sierra de Cartagena, fueron estudiadas minuciosamente por el Sr. Quiroga, quien hace de ellas diversas variedades [1].

La andesita micácea del camino de la Palma se parece mucho á las del cabo de Gata, de las que difiere por su estado más avanzado de alteración. Es una roca formada por una pasta agrisada que encierra abundantes láminas de biotita, hasta de dos milímetros de diámetro, bastante opacos; labrador en cristales porfídicos bien conservados, muy rico en inclusiones rectangulares de burbuja fija; oligoclasa en agujitas fibrosas microliticas; sanidino en cristales porfídicos, con frecuencia corroídos, algunos macroscópicos; cordierita en cristales de variable tamaño, también corroídos y redondeados, con abundantes inclusiones gaseosas, granillos de zircón y magnetita, laminillas de oligisto y agujas de silimanita, tan abundantes en algunos cristales como la misma masa de la cordierita. Hay además unos prismitas vítreos de color verde espárrago, fibrosos, hasta de

(1) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX, pág. 58.

cinco milímetros de largo, con cuatro lados más desarrollados que los otros cuatro, que corresponden á una hiperstena pobre en hierro, y que en algunos sitios se redujo á una tierra amarillenta ocrácea. La pasta en que se hallan tan variados elementos es un vidrio incoloro, que contiene al estado microlítico la citada oligoclasa, granillos de magnetita y de tridimita y agujas de apatita.

Andesitas hipersténicas sin mica, muy ricas en cordierita, son las de las islas Sujetos y Redondella del mar Menor y de varios puntos de las cercanías de Cartagena. Son rocas un poco celulares, en las cuales á simple vista se reconocen la cordierita, los feldespatos y algún cristal de hiperstena parecida á la de la roca anterior. Los feldespatos porfídicos son de dos clases: los más abundantes constituyen maclas polisintéticas según la ley de la albita, y á veces de la periclina, correspondiendo á la anortita; los más pequeños y escasos también en maclas, según la ley de la albita, deben ser de labrador. Ambas plagioclasas son ricas en inclusiones rectangulares y cuadradas, aparte de otras irregulares de materia vítrea. La cordierita está en granos redondos y en prismas que llegan á cuatro milímetros, cubiertos de una costra amarilla é isótropa de iolita, y con inclusiones de esta misma, de sillimanita en agujas, poros gaseosos y cristales de apatita y zircón. Contienen también estas andesitas masas elipsoidales de cuarzo y cordierita análogas á las que describe el señor Osann de las andesitas del Hoyazo de Nijar [1]. Como producto de secreción, existe en las andesitas de la isla Sujetos el ópalo en masas irregulares envueltas en una substancia gris amarillenta. Los únicos elementos porfídicos coloreados de estas rocas son dos variedades de piroxena: una, la dominante, rómbica; la otra monosimétrica, frecuentemente maclada, á veces con cristales de apatita. También hay apatita en granos irregulares y exagonales. El magma de la roca es un vidrio inatacable por los ácidos, incoloro ó ligeramente amarillento, que encierra microlitos de oligoclasa, otros más escasos de augita, granillos de magnetita y agujas de apatita.

(1) *Veber den Cordierit führenden Andesit von Hoyazo. Zeitschr. deuts. geol. Ges.*, XL, pág. 702.

Las andesitas de las islas Perdiguera y Esparteña del mar Menor y del cabezo del Carmolí, cerca de Cartagena, son más obscuras y cavernosas que las anteriores, de las que difieren por la falta de cordierita, abundancia de anortita, escasez de augita y de microlitos feldespáticos. La piroxena rómbica abunda como en las anteriores; la magnetita constituye en su mayor parte granillos irregulares en el magma, existiendo muchas regiones desprovistas de microlitos, en las cuales el vidrio se muestra perfectamente limpio.

La andesita del cabezo de Ventura es una roca de pasta gris obscura, bastante compacta, fractura astillosa, que contiene masas, granos y cristales porfídicos microscópicos de feldespatos, cordierita, mica negra y cuarzo, éste en granos grietados en todas direcciones, con frecuencia asociados á los de cordierita, la cual abunda bastante y suele envolver penetraciones del magma. Entre los feldespatos porfídicos, la anortita es dominante, y hay además labrador y un poco de sanidino, y los feldespatos microlíticos son casi todos de oligoclasa. La augita sustituye casi por completo á la piroxena rómbica de las andesitas anteriores, y sus microlitos son raros. La biotita es el elemento ferro-magnésico más abundante, pues no sólo constituye individuos porfídicos y hasta macroscópicos, sino que también forma laminillas microlíticas repartidas con profusión en la pasta, á la que colorea de pardo rojizo. El magma es incoloro y muy rico en agujas de apatita.

De la isla Mayor proceden algunas tobas andesíticas, blancas, agrisadas, amarillentas y violadas, algunas brechiformes, de cemento muy silíceo, llenas de materia caolínica y procedentes de la descomposición de las andesitas anteriores.

Con duda se cita, por fin, de Fuente Vieja, entre Cartagena y Mazarrón, una lava negra basáltica que contiene aragonito entre sus oquedades, con restos de oligoclasa en su pasta, granos irregulares de olivino y algunos individuos de augita y hornablenda. Su pasta vítrea está cargada de infinitos microlitos de augita, prismas alargados de apatita, granillos de magnetita y cristalillos maclados de labrador.

Posteriormente á los estudios del Sr. Quiroga, el Dr. Osann ha publicado varias observaciones [1], que en su mayor parte confirman los primeros. Respecto á las rocas de las islas Perdiguera y Mayor, el doctor alemán las clasifica como liparitas con muy escasa biotita y cuarzo de aspecto porfídico, y á las del cabezo de Ventura de dacitas con broncita y augita, por contener mayor proporción de cuarzo que en las anteriores. No se halla este último, sin embargo, en cantidad suficiente para que dejen de considerarse como andesitas, en opinión del Sr. Calderón [2]. La basanita nefelínica se encuentra, por fin, entre las rocas volcánicas de los cerros de la Tía Laura y de la Media Fanega.

Traquitas y andesitas análogas á las ya enumeradas se observan en la sierra de Morata, siguiendo el curso de la rambla que hay á su pie; y paralelos á tales asomos hay otros desde el coto *Fortuna* hasta la mina *Reconquistada*.

La roca eruptiva en que se presenta la esparraguina de Jumilla está por estudiar satisfactoriamente; y si bien se clasificó de traquita andesítica, de basalto y de ofita, probablemente es una toba andesítica.

ARTÍCULO V

REGIÓN MERIDIONAL

No menos interesantes y variadas que en las regiones anteriores son las rocas hipogénicas modernas del Mediodía de España, donde asoman millares de isleos. La serie traquítica se desarrolla en la provincia de Almería con más diversidad de caracteres que en el resto de la Península, ofreciendo la sierra de Gata una de las comarcas más ricas y dignas de estudio; la serie diabásica se muestra principal-

(1) *Veber den geologischen Ban den Cabo de Gata.*
(2) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXI, 79.

mente en las demás provincias de esta región con caracteres muy parecidos á los de las ofitas de los Pirineos, sin más diferencia que la piroxena no pasa á la dialaga, tránsito frecuente en las provincias del N. y NE.

Todos los asomos ofíticos, en su conjunto, se alínean dentro de una faja, principalmente triásica, que desde cerca de Jaén se arrumba al O.SO., aparte de diversas inflexiones, paralelamente al Guadalquivir, que corre al N., y á la cordillera penibética, que se alza al S., cruzando dicha provincia y las de Córdoba y Sevilla de un lado, Granada y Málaga del opuesto, la de Cádiz por el medio, hasta su terminación en las playas de Conil. Esta faja hipogénica tiene mayor anchura en las inmediaciones de la costa, y se va estrechando á medida que penetra hacia el interior.

Según afirma el Sr. Calderón [1], entre los trastornos estratigráficos observados en esta faja hay que distinguir los puramente superficiales de los que proceden de grandes acciones orogénicas. «Hay, agrega, sobre todo en las capas arcillosas y yesosas, hundimientos, torsiones y levantamientos muy raros, debidos á la desaparición por el arrastre de las materias solubles en las aguas, que adelgazaron las capas inferiores y produjeron el hundimiento de las superiores con perturbaciones muy variadas. Pero estos hundimientos superficiales no son de igual naturaleza que los causados por las grandes plegaduras y las notables fallas á que se debe la orografía de la región y su profunda metamorfosis, procediendo de la reducción que todo el país debió experimentar á consecuencia de la contracción del suelo comprimido entre la falla del Guadalquivir y las cordilleras del Norte de Africa.

Almería.

Islas de la parte septentrional.—Por el examen macroscópico se pueden confundir con afanitas, dioritas y anfibolitas, varios aso-

(1) *La region epigenique de l'Andalucie. Bull. Soc. géol. de France*, 3.ª serie, tomo XVI.

mos que hay entre el trías de diferentes términos de esta provincia, y que son diabasas, ofitas y porfiritas.

Isleos que el mayor apenas alcanza una hectárea de extensión superficial, existen en el Collado de Casa Mula, Cueva de los Gorullos, cuesta del Infierno y cañada de Lizarán, parajes situados á lo largo de la Rambla Mayor, en los confines con la provincia de Murcia; y cerca de ésta, en el cortijo del Piar, término de Vélez Blanco, asoman las diabasas porfiroides ó espilitas con nódulos de delessita y hierro oxidado.

Tal vez sean también diabasas ú ofitas otros asomitos pequeños que existen en el trías de la sierra de Enmedio y de la serrata del Castillo al O. de Huércal Overa.

Formación hipogénica del cabo de Gata.—Ya á comienzos de este siglo el naturalista Rojas Clemente publicó en el tomo XVIII del *Semanario de agricultura* una relación acerca del *Descubrimiento de la piedra pómez en el reino de Granada*, que encontró en dos barrancos á P. de Carboneras. Indica que es generalmente de mala calidad, parecida á una arenisca, lo que denota que se refiere á las traquitas, si bien agrega que en muchos rodalitos es excelente, muy fibrosa, ligera, crugiente al pisarla ó romperla, aunque siempre tenaz. Llama la atención hacia una substancia de color verdoso, lustre vítreo, nada porosa, que se deshace entre los dedos, y entre la cual hay unas piedras llamadas *gotas*, desde un tamaño casi invisible hasta el de una bellota gorda, y que calificó de obsidiana, parecidas á gotas de vidrio artificial. Más adelante añade, por fin, que en el cabo de Gata se encontró algún pedazo de pómez que el mar había arrojado entre la torre de Vela Blanca y el castillo de San José.

Gracias, principalmente, á los *Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería*, escritos por Don Felipe Martín Donayre [1], y mejor todavía al *Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del cabo de Gata é isla de Alborán*, que debemos al Sr. Calderón [2], y á los trabajos del Dr. Ossan, hoy nos es

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IV.
(2) Ibid., tomo IX, pág. 333.

perfectamente conocida la composición de este extremo de la Península, el más variado y el más interesante entre todas las comarcas correspondientes á las formaciones hipogénicas modernas. Sobresalen éstas en varias filas de eminencias cónicas con escarpadas y rugosas vertientes y cumbres redondeadas, en que aparecen bastante levantados los estratos pliocenos, sin los cuales sería toda la sierra una sola mancha volcánica, desde la Rambla de la Granatilla, al NE. de Carboneras, hasta el castillo de San Francisco, la parte más saliente del Cabo por el extremo meridional. En su conjunto las diferentes manchas se alínean de NE. á SO., y la principal es la que sobresale en la sierra del Cabo, con 24 kilómetros de largo, desde la Torre de la Testa hasta el Relleno de San Pedro, y un ancho de 5 á 6, limitada al NO. por el Hornillo, vallejo que la separa de la Serrata de Nijar, y al SE. por el mar. El cerro del Garbanzal (515 metros) y los Frailes del Cabo, que son dos grandes conos unidos en su base junto á la costa, son sus relieves más salientes.

Entre el campo Nijar por el N. y el valle del Hornillo por el S., paralelo á la sierra del Cabo, se extiende la Serrata de Nijar, compuesta de cerros agudos, el más alto de los cuales es el de las Yeguas (410 metros), correspondientes á la misma formación hipogénica, en una longitud de 18 kilómetros.

Al NE. de la sierra del Cabo, desde su extremo hasta cerca de Mojacar, se destacan muchos islotillos volcánicos entre terrenos sedimentarios. El más importante es el que media en Carboneras y Valdenares, con una longitud de cuatro kilometros, y la anchura de 1500 metros cerca de Carboneras, de donde estrecha hasta terminar en punta en la rambla de Granatilla. Entre ese islote y la costa hay otras manchitas más pequeñas en la rambla del Cuervo, Punta de San Pedro, Cala del Agua Amarga y Mesa de Roldán, además de los cuales, entre ellos y la sierra del Cabo, asoman otros varios de exiguas dimensiones.

A poco más de un kilómetro al SE. de Nijar, al pie meridional de sierra Alhamilla, sobresale el cerro cónico del Hoyazo, también volcánico; y más á P. se levantan algunos cerrillos cuyo origen se

relaciona, como el de los anteriores, con las fuerzas internas del globo, pero que reducidos en sitios á diques y filones, están cubiertos por el terciario ó por masas diluviales.

Como un carácter general de las rocas hipogénicas del cabo de Gata, hay que señalar la abundancia de la sílice que se presenta con numerosas variedades. La concrecionada, el cuarzo hialino, la calcedonia, la hialita rellenan las oquedades de las andesitas del Hoyazo y las fisuras del barranco Negro; el sílex termógeno ó geyserita abunda en el cerro de la Rosica, al N. de Carboneras, y se encuentra el cuarzo, la resinita, etc., aislados en los pórfidos del Garbanzal y otros muchos puntos. Todo lo cual, según Donayre, probaría una acción posterior ó simultánea á la aparición de las rocas, verificada por el agua á alta temperatura, que arrastrando sílice en disolución, á su paso por entre aquéllas la depositase en tan variadas formas en las cavidades de ellas, ó las impregnase fuertemente. Las rocas en que la sílice es escasa son más celulosas ó cavernosas.

La comarca volcánica de Gata difiere petrográficamente de las otras dos principales de España, de Olot y Ciudad Real, esta última caracterizada á su vez por el predominio del elemento nefelínico. En Gata la nefelina y el peridoto representan un papel insignificante ó nulo, y en cambio sus rocas son muy ricas en sílice. Partiendo de este hecho en su interesante Memoria, el Sr. Calderón discurre acerca del enlace que puede existir entre las erupciones volcánicas de Gata y la abundancia de filones de cuarzo y de hierro que hay más al N. en las pizarras y calizas antiguas. Las penetraciones de sílice de las lavas de Gata son posteriores á la época de su completa consolidación, comparables á los productos dejados modernamente en Lanzarote y Gran Canaria por emanaciones acuosas cargadas de aquella substancia. «En tal concepto, agrega el Sr. Calderón, es muy interesante la roca de la Punta Blanca del término de Nijar, por su abundancia en concreciones de ópalo y hialita, sobre una lava andesítica correspondiente á las erupciones más modernas y cuya estructura escoriforme indica que ha sido arrojada al aire libre. Sólo una prolongada sucesión de aquellos vapores pudo incrustar en tan gran

cantidad los productos silíceos en todas las cavidades é intersticios. El material que sirvió de centro para la silificación se hallaba previamente descompuesto, lo que prueba que desde su erupción hasta la de las aguas hidrotermales medió mucho tiempo; y como tales lavas corresponden á la emisión más moderna, entre el volcanismo lávico y el geiserismo existió un dilatado período de tranquilidad.»

En ocasiones la sílice constituye vetas y filones considerables entre las rocas volcánicas preexistentes, y en la parte occidental del Cabo las vetas de cuarzo transformaron las wackas en termantidas, lo que indica también que son posteriores á la descomposición de los materiales volcánicos que produjeron aquéllas.

Al mismo agente que las producciones hidrosilíceas debe referirse la pirita que se halla en ciertas rocas, tales como la dacita del cerro de la Rosica, en la cual las partículas de aquélla rellenan los huecos cristalinos. Análogas acciones transformaron en yeso las calizas en la Serrata, Tollo del Duende, Coto del Soto, barranco de los Yesares, serrata del Huele, etc., siendo hoy día representantes de esta actividad los manantiales sulfurosos y termales de sierra Alhamilla.

Sin duda, el geiserismo y las erupciones de lava son manifestaciones del mismo fenómeno, debiendo tener presente la circunstancia que los grandes centros de actividad volcánica se encuentran en la proximidad del mar.

El volcanismo de la provincia de Almería revela tres períodos caracterizados por la erupción de rocas ácidas el primero, por la de rocas básicas el segundo y por ser fluido é hidrotermal el tercero. Un trabajo de diferenciación en el cráter mismo, según la hipótesis de Scrope, explica las respectivas modificaciones en la manera de manifestarse la energía volcánica. En la sierra de Gata hay tránsitos marcados de uno á otro período, y así es que las traquitas ofrecen casi siempre cristales porfídicos de un feldespato triclínico que se exagera en la variedad plagioclástica, y, por el contrario, las rocas básicas poseen individuos sanidínicos, como se nota en algunas andesitas.

Es de interés el examen de las rocas de contacto donde se mani-

fiesta cómo las emisiones de aguas cargadas de sílice modificaron los materiales plutónicos y pizarrosos cuando los encontraron á su paso, lo mismo que los volcánicos. Así, por ejemplo, en un ejemplar de andesita micáceo-cuarzosa con pizarra micácea, examinado al microscopio, se puede reconocer el transporte hacia la primera de los elementos de la segunda, especialmente del cuarzo, del sanidino y la moscovita en fragmentos tanto mayores, cuanto más cercana al contacto está la parte de dicha pizarra que se observe.

En opinión de Martín Donayre [1], estas masas hipogénicas debieron acumularse sobre orificios de salida muy próximos entre sí, ó bien sobre fisuras de gran longitud, originándose una cadena de cerros redondeados, ó bien un crestón prolongado que modificó después la denudación con los infinitos surcos y arrugas existentes en el terreno, dejando aislados gran número de picachos. Opina dicho geólogo que no hay allí resto alguno de cráter de erupción, ni en el Morrón de los Genoveses, que algunos citan como tal, si bien cierto parecido tiene la redondeada cavidad del Hoyazo, cerro traquítico situado al SE. de Nijar, al pie de sierra Alhamilla y en medio del terciario. Los agentes atmosféricos destruyeron gran parte de las rocas hipogénicas, de manera que dejaron en su interior un hueco en cuyo centro se conserva un gran peñasco más consistente que el resto de la masa destruida y que envuelve muchos trozos de micacitas granatíferas. Entre los bordes de la cavidad se ven fragmentos de la roca terciaria, y la parte cóncava está llena de desigualdades según la mayor ó menor resistencia á la descomposición de las traquitas, que son brechoides en la parte inferior, resquebrajadas en todos sentidos por la superior y coronadas de otra variedad estratiforme más reciente. «En todas ellas, agrega Donayre, se encuentran, como mezcla accidental, la hialita, la mica, la hornablenda, granates y trozos de pizarra micácea granatífera. Al pie mismo de la sierra, poco separados de ella y en dirección á P. del Hoyazo, se ven algunos cerrillos

(1) *Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería. Bol. Mapa geol.*, tomo IV, pág. 401.

cónicos del mismo origen; pero todavía cubiertos por la formación terciaria y materiales de los aluviones procedentes de sierra Alhamilla.»

Contra la opinión de Donayre, hay otros geólogos que afirman la existencia de cráteres en el cabo de Gata, Rincón de Marta, El Sabinar, el cortijo de las Higueras, Majada Redonda, la Cala del Monzul y el Morrón de los Genoveses, calificados los dos últimos por el Profesor Vilanova de circos costeros incompletos que perdieron su continuidad por las aguas del mar. Según el Sr. Calderón, la Majada Redonda, al N. del Garbanzal, se distingue especialmente por su forma regular circunscrita por un cordón de tobas, á modo de un verdadero cráter extinguido.

Observa el Dr. Osann que estas rocas volcánicas parecen antiguas corrientes deformadas por intensas denudaciones, careciendo de los caracteres orográficos de las erupciones modernas, como la forma de corrientes, la estructura amigdaloidea y la superficie escabrosa. Existen tobas, pero con carácter subordinado, y no se ven bombas ni lapillis. Algunas brechas tobáceas resultan de la fragmentación de la roca en trozos poliédricos, y todas estas particularidades las explica el Sr. Calderón [1] por el predominio de los volcanes homogéneos sobre los estratificados.

Atendiendo á su estudio macroscópico, Martín Donayre dió muchos detalles de las rocas volcánicas de Gata, las cuales ulteriormente han sido objeto de interesantes trabajos que debemos á los señores Calderón y Osann.

A fuerza de examinar gran número de ejemplares, el distinguido profesor de la Universidad Central presenta un cuadro muy detallado de aquéllas que agrupa en dos series: la traquítica ó rocas sanidínicas, y la andesítica ó rocas plagioclásticas. A la primera corresponden la liparita y la traquita; á la segunda la dacita y las andesitas, que describiremos sucesivamente.

Liparitas.—Encierran innumerables cristales de sanidino, blancos

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo IX.

ó de colores claros, que rara vez pasan de tres milímetros de largo, aunque excepcionalmente exceden de un centímetro en la cueva de los Genoveses y en la Noria del Jurado, donde aparecen bien limitados y sin confusión con la materia de la pasta que los encierra. Unas veces con escasez y dispersos de trecho en trecho, otras veces en la misma proporción que en el granito, existen granos y cristales, algunos diexaedros, de cuarzo de menor tamaño que los del feldespato. Con más escasez se hallan la hornablenda y la mica en cristalitos diminutos, negros y brillantes; en algunos ejemplares descompuestos de la cueva de los Genoveses abunda la biotita en hojuelas negras ó bronceadas, y á estos elementos se agregan cristalitos de plagioclasa en ejemplares más lucientes que los de sanidino; productos ocráceos en ciertos huecos correspondientes á cristales alterados y aun superficies invadidas por el ópalo, como en una liparita blanca muy cuarzosa del barranco Negro de Níjar.

Con carácter accidental, únicamente en algunas liparitas de la sierra del Cabo se presenta la tridimita, mineral de diverso momento de formación en la roca que el cuarzo posterior á él y debido á la influencia de gotitas de agua, aprisionadas durante el estado viscoso de la lava.

Del conjunto de caracteres macro y microscópicos de las liparitas de Gata, descubre el Sr. Calderón tres variedades: las vítreas, las traquíticas y las cuarzosas esferoidales. A las vítreas pertenecen las afines al pechstein traquítico, caracterizadas por el estado vítreo de sus feldespatos, ricos en inclusiones irregulares, unas vítreas é incoloras, otras coloreadas y de igual constitución que la pasta, la cual es muy pobre en ácido silíceo, á pesar de la extrema abundancia en granos redondos de cuarzo. Las liparitas vítreas se hallan en el término de Níjar, al N. de Hernán-Pérez, en la Punta Negra, Cueva de los Genoveses y Carrizalejo.

Las liparitas traquíticas, muy pobres en cuarzo, presentan la estructura y el aspecto de las traquitas, y sus tipos más caracterizados son los micáceos del Hoyazo y los del Corralete de la Sierra, que muestran al microscopio venillas de ópalo.

Las liparitas cuarzosas y esferoidales tienen un aspecto macroscópico muy diferente de las anteriores, pues parecen pórfidos cuarcíferos ó pedernales traslucientes en los bordes; pero en secciones delgadas ofrecen al microscopio analogías de composición y estructura. La materia fundamental está constituida esencialmente por un agregado silíceo-gelatinoso esferoidal, en el que se hallan dispersos la mica magnesiana, el sanidino y la plagioclasa, ambos feldespatos plagados de inclusiones orientadas, no microlíticas, de naturaleza menos vítrea que en los otros dos grupos.

Ciertas liparitas cuarzosas del barranco Negro y del cerro de las Yeguas ofrecen un aspecto tachonado ó brechoide, debido á zonas alternantes blanquecinas y rojizas, estas últimas debidas á descomposición más avanzada de sus bisilicatos férricos. «Parece, agrega el Sr. Calderón, como si una infiltración irregular de sílice hubiera abortado la alteración en unas partes, permitiéndola en el resto.»

Otro ejemplo de engañosa apariencia es el de la liparita vítrea de Carrizalejo, análoga á la anterior, que, á pesar de su coherencia, muestra al microscopio su materia fundamental muy pobre en sílice, debiendo su especial aspecto á la finura y riqueza de los elementos micro-cristalinos.

Toba liparítica.—El Sr. Calderón considera como tal la formación silíceo-tobácea que hay en la cuesta del barranco Negro, término de Níjar. Es roca muy compacta y pesada, de color pardo obscuro, fractura concoidea, que raya el vidrio, tiene el aspecto de una toba fonolítica, y está formada de esferas ó poliedros yuxtapuestos de medio centímetro á lo sumo, de centro más claro que la periferia y con puntitos brillantes esparcidos sin orden.

Al microscopio se la ve compuesta de sanidino en pequeñas diseminaciones, cuarzo, trozos irregulares de magnetita y algo de hierro oligisto, en un agregado fino en que la sílice debe entrar por mucho, viéndose á trechos una substancia verde de naturaleza clorítica. La estructura poliédrico-globular es la más notable de esta toba, notándose que rara vez hay contacto inmediato entre los elementos, sino que existe una estrecha banda interglobular, de naturaleza idén-

tica á la de los cuerpos que aisla. Los granos globulares no son marcadamente concéntricos, percibiéndose tres zonas, cuya separación se verifica por la interposición de una substancia clorítica cuyos límites se difunden con irregularidad, habiendo servido de punto de partida á cada uno de aquéllos un trozo ó individuo de sanidino muy alterado, asociado á la clorita.

Traquitas.—Cuatro variedades de traquita se distinguen en el cabo de Gata. Las traquitas sodalíticas son de color verdoso claro, de pasta homogénea compacta: en vez de poros ofrecen, á simple vista, vacuolas elípticas tapizadas de productos cloríticos; pero al microscopio se muestran muy porosas, mezclándose con las esferitas de sodalita muchos cristales alargados en vía de evolución, que el Sr. Calderón cree corresponden á la melilita. Se hallan en el collado de la Cruz del Muerto.

Las traquitas hornabléndicas, las de la cañada del Corralete, pardo-rojizas, con cavernas irregulares llenas de productos de evolución, y las amarillentas de Carboneras, que son compactas, pesadas, no porosas, con cristales negros de anfibol de medio centímetro de largo término medio.

Reemplaza la mica á la hornablenda en las traquitas biotíticas del barranco de la Higuera, cerca de Nijar, ya cavernosas, ya compactas, con nódulos esféricos de un centímetro de diámetro.

Las traquitas plagioclásicas constituyen la cuarta variedad en que la plagioclasa, en maclas ó en individuos sencillos, alcanza su mayor importancia en la forma porfídica, existiendo además en la roca la biotita y la hornablenda en individuos bien limitados, según se ve en algunas de la cañada del Corralete, Carboneras y cuesta de la Granatilla.

Aparte de los caracteres generales reseñados en el artículo 1.° de este capítulo, hay que señalar la particularidad de que en las traquitas vítreas de la Cruz del Muerto y en las biotíticas del cerro del Garbanzal hay dos minerales menos frecuentes que los allí citados: la sodalita en esferas microscópicas, y probablemente la melilita en cristales alargados muy abundantes.

La apatita está diseminada en el anfibol, y en una variedad del

collado de la Cruz del Muerto entran en la pasta agujitas muy finas del mismo mineral.

Brechas y conglomerados traquíticos.—En el collado de las Presillas, cuesta de la Granatilla y otros parajes, existen brechas y conglomerados traquíticos constituidos por elementos pequeños, más ó menos alterados, cimentados por substancia feldespática, sin ofrecer otros caracteres distintivos.

Dacitas.—Dos variedades hay en la provincia de Almería: la feldespática y la anfibólica. La primera, que pudiera llamarse porcelánica por la naturaleza de la pasta, es muy abundante en plagioclasa y escasa en hornablenda, que con granos microscópicos de cuarzo, magnetita y productos viridíticos de descomposición, están envueltos en un vidrio siliceo-granoso, ofreciendo en conjunto un color verde. Así son las dacitas de aspecto de pórfido cuarcífero de la cuesta de la Granatilla, Carboneras, cerro de las Yeguas y collado de la Cruz del Muerto, cerca de Nijar.

En la dacita anfibólica de la Cueva de los Genoveses abunda extraordinariamente la hornablenda amarilla; la plagioclasa es menos frecuente; el cuarzo y el sanidino se hallan en mayor cantidad, y como accesorios existen la magnetita, el hierro oligisto, apatita en agujas, aparte de productos ferríferos secundarios, y algunas zeolitas en cantidades microscópicas.

En el cerro de la Rosica asoma una especie de geiserita blanca llena de cavidades cristalinas, que viene á ser el esqueleto de una dacita, cuyos elementos fueron arrebatados por descomposición. Ese esqueleto fué asiento después de incrustaciones hidrosiliceas y sulfoferruginosas que borraron ciertos huecos cristalinos y llenaron otros de dodecaedros pequeños de pirita.

A veces llega á cuatro milímetros la longitud de los cristales de plagioclasa que suelen ser de estructura concéntrica, y encierran tal cantidad de burbujas que el mineral parece una criba. Examinados entre los nícoles cruzados algunos individuos, aparecen constituidos por un núcleo esponjoso, alrededor del cual hay capas de crecimiento libres de poros.

ANDESITA MICÁCEO-CUARCÍFERA.—A fin de evitar repeticiones, remitimos al lector á las generalidades expuestas en el art. 1.° de este capítulo, y que se refieren en primer término á las andesitas del Hoyazo, del Cigarrón y del Garbanzal. La pasta se compone de fragmentos cristalinos de feldespato, porciones más escasas de hornablenda y un vidrio amarillento abundante. Los granates abundan, sobre todo en la primera localidad, y la cordierita ha sido objeto de un detenido examen del profesor Szabó, quien observa que se presenta en parte como componente de la roca, en parte como masas accesorias, encerrando á veces cuarzo reticulado y microlitos alargados que parecen una substancia alumínica desarrollada en la cuarzosa. Tanto el granate como la cordierita son extraños á los componentes naturales de la roca y provienen de materiales plutónicos preexistentes por los que la corriente se abrió paso.

De acuerdo con estas observaciones, agrega el Dr. Osann [1] que la roca encierra además otras tres clases de inclusiones: 1.°, fragmentos de cuarzo puro hasta del tamaño de un puño, desigualmente distribuidos, de bordes redondeados y como fundidos, de naturaleza evidentemente secundaria; 2.°, nódulos de variables dimensiones, compuestos de partes próximamente iguales de cuarzo y cordierita; 3.°, inclusiones mayores y más abundantes de gneis biotítico, groseramente fibroso, rico en cordierita, con inclusiones de sillimanita y de granate almandino.

Este último, la cordierita y el cuarzo, en opinión de los Sres. Calderón y Osann, no han sido segregados en la pasta, sino meramente encerrados y luego separados de otros componentes que se fundieron. Algunas cordieritas muy pequeñas, muy bien terminadas, pueden haber recristalizado, y en varios ejemplares hay inclusiones de zircón y de piroxena rómbica en columnitas.

ANDESITA ANFIBÓLICA.—Los ejemplares típicos del término de Carboneras poseen la textura fluidal marcada por corrientes amarillo-verdosas, teñidas por productos viridíticos, irregularmente alternan-

(1) *Veber den Cordierit führenden Andesit von Hoyazo.*

tes con otras más claras en que se ve con mayor pureza la base amorfa. En la misma localidad, en el cerro de las Yeguas y sierra del Cabo, algunas variedades silíceas se parecen á las dacitas porcelánicas.

La plagioclasa porfídica se halla casi constantemente en maclas según la ley de la albita, con inclusiones vítreas y burbujas fijas. Se ofrecen aquellos cristales en descomposición irregular con abundantes productos ferríferos; y las partes íntegras, á veces pequeñísimas, son tenaces en conservar brillantes los colores de polarización. En un ejemplar de la cuesta del Barranco Negro se reúne el feldespato á una materia amarillenta ocrácea.

El sanidino es más escaso en individuos aislados, que á veces pasan de tres milímetros, como se observa en la cuesta de la Granatilla, donde encierra abundantes microlitos alargados; pero en las andesitas de las Covaticas de Carboneras, el escaso sanidino que se percibe se distingue de la plagioclasa por la ausencia absoluta de inclusiones de toda especie.

La hornablenda, verde ó negra, se presenta en cristales generalmente maclados, á veces hasta de dos centímetros de largo, de aspecto pajizo brillante, en las Covaticas, con estrías muy marcadas, casi siempre rotos en uno ó dos de sus extremos y con abundantes inclusiones, muchas perceptibles á simple vista. Al microscopio se nota que son vítreas en su mayor parte, habiendo algunas de plagioclasa, magnetita y apatita.

Hállase la augita en algunas andesitas, tales como las de Erica alta, en cristales alternantes con los de hornablenda, y se reconocen numerosos tránsitos entre ambas substancias; y se observan también al microscopio la mica magnesiana, la apatita, magnetita y hierro oligisto como producto evolutivo.

Andesita augítica.—El Sr. Calderón considera dos tipos distintos en la provincia de Almería: el primero, predominaate, cuya pasta fina plagioclásico-augítica envuelve grandes y frecuentes diseminaciones; y el segundo, en que éstas son escasas y la pasta de elementos más gruesos, al que corresponden las andesitas del cortijo de Jiménez,

En la cala de los Genoveses y cerro del Garbanzal esta especie forma bóvedas de estructura prismática; en el collado de la Cruz del Muerto es celular; en la Serrata del Monso es de apariencia cavernosa, pero compacta en su interior, habiendo en el mismo sitio otras andesitas de estructura funiforme, es decir, en secciones escoriformes soldadas entre sí, originando sinuosidades continuas, análogas á las vueltas de una cuerda. Algunas variedades fino-granudas, como la del cerro de las Yeguas, se resquebrajan interiormente en pequeños poliedros irregulares; y otras hay de aspecto resinoso y brillante que las asemeja al pechstein, á causa de la gran cantidad de agua primitiva que aún conserva su tejido.

Los rasgos más salientes de los caracteres microscópicos de estas andesitas son los siguientes: en la plagioclasa porfídica (albita ú oligoclasa) abundan las maclas, en algunas de las cuales se nota una textura concéntrica alrededor del centro de cada cristal, y son muy numerosas las inclusiones vítreas con poros y burbujas fijas. Con caracteres muy parecidos á los anteriores se encuentra el sanidino en ejemplares de la Serrata del Monso. La augita entra en grandes proporciones, ya diseminada, ya en granos en la pasta, con raras inclusiones de magnetita y varias vítreas. En un ejemplar de la rambla del Pozo de Carboneras se nota la transformación de la piroxena en hornablenda, teniendo los cristales el color y la exfoliación de la primera y los demás caracteres de la segunda. También se ve la hornablenda en individuos grandes, diseminados y alterados, en la andesita del Cortijo de los Jiménez, de la sierra del Cabo.

Nunca falta la magnetita, á veces muy abundante, como en el cerro de las Yeguas; y aunque reducido á chispas cristalinas, se ve accidentalmente olivino en esta última localidad, en la sierra del Cabo, en las Covaticas y en Carboneras.

Su pasta vítrea es amarillenta y se compone de cristalitos alargados muy puros de plagioclasa, menudos granos ó cristales de augita y de magnetita.

Una variedad que puede entrar en este grupo es la andesita augítico-hipersténica descubierta por el Dr. Osann, caracterizada por su

falta de biotita y de hornablenda, siendo muy diversas las proporciones de sus dos componentes principales. Los ejemplares de colores claros del cerro de los Lobos, Fuente Grande y el Morrón de los Genoveses, son ricos en plagioclasa y pobres en augita, mientras que en los obscuros de la Serrata, el Plomo y las Negras sucede la inversa. La constitución mineralógica normal de estas rocas son hierro, apatita, biperstena, augita y plagioclasa, que se consideran de origen intratelúrico las dos últimas y la base que forma la pasta de origen efusivo. La hiperstena nunca existe en la pasta, sino que está aislada porfídicamente en variable cantidad, á veces en individuos maclados como en el Fraile Grande, y la plagioclasa porfídica es generalmente anortita. En el cerro de las Amatistas hay accidentalmente granos de cuarzo diexaédricos. La estructura de estas andesitas es hialopelítica, excepto una del Morrón de los Genoveses que es francamente vítreo-porfídica.

Desde el punto de vista de su edad, el Dr. Osann distingue en el cabo de Gata y la Serrata dos grupos de rocas. Comprende el más antiguo las andesitas hornabléndicas y micáceas y las dacitas con sus tránsitos á las liparitas, así como el más moderno está formado por las andesitas augito-hipersténicas y las liparitas en masa, con las tobas que las acompañan. En la distribución de ambos grupos se marca también la diferencia de edad, pues mientras el grupo más antiguo compone la masa principal de la sierra del Cabo, el otro domina en la línea de la costa según un sistema de fallas más moderno. A veces, como en un sitio del cerro de las Negras, las andesitas augítico-hipersténicas atraviesan á las dacitas, mostrando ser más modernas.

También la composición petrográfica distingue á los dos grupos. Las andesitas hornabléndicas y las dacitas están, en general, muy descompuestas, al paso que las andesitas augítico-hipersténicas se hallan completamente frescas, las primeras atravesadas por filones metalíferos que no existen en las segundas.

Es probable que las dacitas sean más modernas que las andesitas hornabléndicas; pero no se puede precisar la edad relativa de las li-

paritas en masa ni la de las andesitas augítico-hipersténicas, pues hay compenetraciones de unas en otras.

Para esclarecer la cuestión de la edad de estas rocas, el citado doctor sienta los hechos siguientes:

1.° Que nada se observa en las capas pliocenas próximas á las rocas volcánicas parecido á las elevaciones en bóvedas. Así presenta un corte de la carretera de Vera á Almería, en el que la *verita* atraviesa capas pliocenas inclinadas de 40 á 50°, sin perturbación en el contacto con la masa eruptiva, la cual las atraviesa sin alterar la línea de estratificación, que continúa invariable.

2.° En algunos sitios aislados se encuentran englobados en el terciario manchoncillos volcánicos. Es muy interesante en este punto la oolita pliocena del Puerto de los Genoveses, cuyas esférulas, además de fragmentos fósiles de litotamniadas, contienen núcleos de plagioclasa con inclusiones vítreas de hornablenda verde y de piroxena rómbica, como las de las andesitas.

3.° La falta de estratificación de las tobas más antiguas hace probable reconozcan un origen subaéreo, así como las tobas andesítico-augíticas é hipersténicas de la isla de Alborán y las liparitas de la Punta del Corralete, perfectamente estratificadas, deben ser de consolidación submarina.

De aquí deduce el Dr. Osann que las grandes masas de rocas eruptivas de la región, y sobre todo las andesitas hornabléndicas y micáceas, así como las dacitas, son más antiguas que el plioceno y de origen subaéreo, y que subsistió en el plioceno un segundo período de erupción en que salieron las andesitas augítico-hipersténicas y las liparitas en masa. La actividad volcánica terminó con la erupción de la *verita* del Cabezo de María, mucho más moderna que el plioceno, sobre cuyas capas corrió como un río de lava.

En la época actual ya no hay señales en el cabo de Gata de la pasada energía volcánica, pues ni existen manantiales calientes ni fumarolas ni mofetas. En cambio, las fuerzas orogénicas que formaron la cordillera bética siguen actuando, como lo prueban los terremotos frecuentes que de cuando en cuando persisten en esta parte de la Península.

Traquitas de Vera.—En el distrito de Vera, á derecha é izquierda del río Almanzora, asoman entre el plioceno siete isleos volcánicos, subordinados á los del cabo de Gata. Entre las ramblas del Lobo y la de Pulpi, intermedios de Cuevas y Sierra Almagrera, hay tres que medirán una extensión superficial de unos siete kilómetros cuadrados, y sobresalen en los cabezos nombrados Agrio, Monje, Pedrosa, Redondo, Alifraga y Cerros Colorados. A tres kilómetros al SE. de Vera hay otros tres más pequeños en los cerros Pelados que se alzan muy poco sobre la superficie general del país, y, por fin, al SO. de dicha ciudad y de Antas descuella más elevado, con escarpas verticales hasta de 80 metros de altura, el isleo del cerro de María, poligonal en su base, con una meseta en su cumbre y en contacto con el cambriano por su lado occidental.

Señala, por fin, D. Luis Monreal [1] un volcán apagado en el cerro de la Virgen de la Cabeza, cuyas lavas cubren una extensión de ocho á diez kilómetros cuadrados y son cortadas por la carretera de Vera á Garrucha.

Estos isleos tienen idéntica composición y están formados de traquitas porosas pardas, grises y moradas, con fisuras llenas de materias extrañas, á las que se agrega una roca especial, la *verita*, en algunos parajes.

Verita de Cuevas de Vera.—A seis kilómetros al SO. de Vera se alza el cerro Negro, formado por una roca nueva, la *verita*, confundida por su aspectó con la limburgita, y la cual constituye otros tres manchones y numerosos apuntamientos al E., residuo de una gran corriente que de dicho cerro se extendió cerca de ocho kilómetros sobre el terciario. Esta erupción es posterior á las rocas volcánicas de Gata, de donde se deduce que aquí, como en otras muchas partes, la actividad terminó produciendo erupciones básicas.

En estos isleos desempeña principal papel la mica, ya en la pasta fundamental, ya diseminada en una pasta negra, brillante, con as-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo V, pág. 286.

pecto de obsidiana, en que se destacan cristales de olivino perceptibles á simple vista.

Examinada la roca al microscopio por el Profesor Cohen [1], se observa una base vítrea predominante, amarilla parduzca, sin productos de desvitrificación, isótropa é igual al vidrio de la obsidiana basáltica. Lo más notable y singular en ella es su agrietamiento peolítico. Yacen en el vidrio numerosos cristalitos de augita, mas no porfídicos, cual sucede generalmente en las limburgitas; se ven la biotita y el olivino, éste con inclusiones muy delicadas de picotita, y entre los productos de alteración aparece el carbonato de cal y otras substancias de naturaleza dudosa. Por su parte, el Sr. Calderón cree reconocer además esferulitas de calcedonia. Esta roca es inatacable por los ácidos, de donde deduce el citado Profesor que debe considerarse como un basalto plagioclástico sin feldespato y no como parte de la serie nefelínica.

Según observaciones posteriores del Dr. Osann, estas rocas de Vera más bien tienen relación con las minetas ó los lamprofidos olivínicos que con las limburgitas, tanto por su abundancia en mica, cuanto por el aspecto diópsido de su piroxena, aparte de su textura vítreo-porfídica. Apoyado además en su análisis químico, creyó necesario designarla con el nombre nuevo de *verita*, equivalente posterciario de las minetas, teniendo del 56 al 60 por 100 de silice, proporción mayor que la normal de los basaltos feldespáticos y limburgitas, tres de cal y ocho de magnesia. A esta faja eruptiva postpliocena corresponden un manchón traquítico, cerca de Mazarrón, y algunos puntos eruptivos al N. de Cartagena.

Agrega, por fin, el Sr. Pie [2], que el principal yacimiento de la *verita* no se halla en término de Vera, sino en el cabezo de María, que es del de Antas.

Andesita augítica de Vicar.—En el Toril y el Puntal de la Zorra, desde la Rambla de Vicar hasta cerca de las canteras del Diablo, va-

(1) Calderón, *Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del cabo de Gata é isla de Alborán. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 404.

(2) *Sobre los criaderos de hierro y de plomo del Levante de España*, pág. 73.

rios cerros volcánicos se elevan de 100 á 140 metros sobre el llano que les rodean, y su aparición, según el Sr. Botella [1], debió ser anterior al terciario que le limita, pues sus elementos entran á formar parte de éste, hallándose unidos por un cemento calizo con fragmentos de ostras.

Examinada esta roca al microscopio por el Sr. Mac-Pherson, se ven, en una pasta amarillenta afanítica, numerosos cristales de feldespato y piroxena, algunos gránulos de cuarzo y magnetita y abundantes productos ocráceos. Los cristales de feldespato son de tres dimensiones: unos mayores, que á veces pasan de dos milímetros de lado; otros de medio milímetro por término medio, y otros que descienden de ese tamaño hasta confundirse con la materia microfelsítica de la base. Estos últimos son, por regla general, de estructura simple y probablemente se refieren á la oligoclasa, así como los mayores deben ser de labrador, con frecuencia en hemitropias, según la ley de la albita, casi siempre con dos individuos asociados, pero á veces en agrupaciones de 8 á 10.

Los cristales grandes suelen ser de estructura polisintética; pero algunos son simples y tal vez pueden referirse al sanidino. Tienen tres clases de inclusiones: unas, posteriores, de diversos productos ocráceos infiltrados por caras de fractura; otras procedentes de partículas del primitivo magma, y otras de grandes burbujas fijas de líquidos ó de vidrio incoloro.

La piroxena forma largos cristales color de yerba seca, muy descompuestos, rodeados de una franja serpentinosa en unos trozos, y de perfecta conservación en otros. Todos son simples, y sus inclusiones de materia vítrea y de magnetita muy numerosas.

El cuarzo, constantemente corroído en los bordes, encierra burbujas invariablemente fijas; y el magma es un agregado de microlitos de feldespato y de hebras indeterminadas que se funden y desvanecen en el residuo felsítico, de escasa acción en la luz polarizada, con abundantes productos desparramados por toda la roca.

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 287.

Manchitas volcánicas de las Herrerías.—Como continuación de las de la sierra de Gata, hay en las Herrerías una serie de colinas redondeadas que limitan un espacio formado de rocas volcánicas alteradas, llamadas *perneras* en el país, las cuales sirven de yacimiento á diferentes minerales metálicos, y corresponden á las traquitas y liparitas ya enumeradas. Con rumbo al N.NE. cruza ese cordón por los cerros del Filón, Alifraga y Cabezos Agrios á la sierra del Pilar, de donde se interna en la provincia de Murcia.

Isla de Alborán.—Relacionada con las rocas volcánicas del cabo de Gata, es la isla de Alborán formada principalmente por tobas andesítico-augíticas, que en sitios encierran restos del triozóo *Myriozoum truncatum*, de litotamniados y rizópodos. En ejemplares examinados por el Sr. Mac-Pherson se distinguen numerosas maclas de piroxena en agrupaciones de más de 30 individuos.

Granada.

Diabasas.—Con caracteres idénticos á los de las provincias inmediatas, se presentan las variedades andesíticas en la sierra Elvira; las porfiritas labradóricas en la venta de las Bragas, al N. de Iznalloz, y las porfiritas andesíticas entre Villanueva del Trabuco y las Salinas de Loja. Entre esta ciudad y el río Milano las acompañan brechas de igual naturaleza, y existen además numerosos filones ofíticos cerca del cortijo Choza del Olivo y en los Hachos de Loja.

Diabasas de Montillana.—Á las calizas margosas y margas pizarreñas liásicas atraviesan en Montillana varios filones de diabasas andesíticas, análogas á las ofitas de los Pirineos, que entre dicho pueblo y Noalejo están acompañadas de hierro oxidulado. Examinados varios ejemplares por el Sr. Michel Lévy, se observa que la roca se compone de oligoclasa en cristales bastante grandes, doce veces más largos que anchos en algunos, con la macla de la albita y de piroxena, que por descomposición pasa á actinota finamente radiada, después á clorita y aun á calcita.

Filones parecidos, también entre el liásico, hay cerca de la Venta de las Grajas, entre Campotéjar y Noalejo, donde la roca se desmorona en bolas ó cilindros, de textura escamosa, rojizos al exterior. Al S. de esa Venta es notable un filón de porfirita labradórica y augítica de estructura medio ofítica, medio microlítica, rodeada de una aureola de marga obscura con cristalitos de yeso y riñones de sílex verde. En esa porfirita los elementos de primera consolidación son grandes cristales de labrador con las maclas de la albita y de Carlsbad y hierro oxidulado; los de segunda, microlitos de labrador, pasta vítrea llena de maclas rectangulares de hierro oxidulado, y silicato magnesiano transformado completamente en clorita. Ciertas manchas primitivamente de piroxena se muestran acribilladas de microlitos de labrador, y otras descubren secciones que en rigor corresponden al peridoto.

El sílex verde inmediato á las diabasas de Montillana y de la Venta de las Grajas está compuesto principalmente de ópalo, de una extinción completa entre los nicoles cruzados, y entre Montillana y Noalejo acompañan á la ofita hierros oxidulados en cantidad bastante para haber motivado varias explotaciones.

Ofitas de Montefrío.—En el cortijo de Lojidia, al N. de Montefrío, hay un cerrejón ofítico rodeado de calizas y margas pizarreñas neocomienses.

Jaén.

Ofitas y diabasas.—La mayor parte de las manchitas hipogénicas modernas de la provincia de Jaén, encajan en las margas yesosas del trias; pero hay varias en otros sistemas distintos, sobre todo en los más antiguos.

Isleos de ofita que hacen anfibólicas ó piroxénicas las capas por donde asoman, existen en las pizarras cambrianas al E. del Rosalejo, al extremo NO. de la provincia y de sus confines con las de Ciudad Real y Córdoba.

Siguiendo las vertientes de Sierra Morena, no se descubren otras manchas ofíticas hasta las inmediaciones de Chiclana, por el lado del Campillo, donde afloran con pequeñísimas dimensiones entre las areniscas y arcillas del trías, á las cuales metamorfosearon en su contacto.

En la región SO. de la provincia es donde se encuentran más abundantes y en manchas de mayor extensión, pudiéndose citar, entre ellas, las del cortijo de la Higuerica, á un kilómetro al E. de Torrequebradilla, la que hay á corta distancia del arroyo de la Víbora, entre el cortijo de Cazalla y Locubín, y otra á un kilómetro de este último pueblo.

Otros diversos asomos de ofitas y diabasas, todos muy pequeños, existen en las cercanías de Alcaudete: uno á seis kilómetros al SE., siguiendo la carretera de Alcalá, entre bandas de yeso rojo y blanquecino; otro en el kilómetro 40 de la carretera de Martos, cerca de Vao Jaén, al NO. de la villa, y en el cual la roca, muy descompuesta, se halla entre margas yesosas y asperón rojo, y otro en el Fontanar, al S. del pico de Ahillo. En este último, cuya longitud es de unos 200 metros por 100 de anchura, la ofita aparece en bolas, algunas de las cuales pasan de 60 centímetros de diámetro.

También en las inmediaciones de Alcalá la Real hay otros muchos isleos: uno junto á la aldea de Charilla; otro en que la roca está muy descompuesta, á corta distancia del puente divisorio de Jaén y Córdoba, siguiendo la carretera de Priego; otro en idénticas condiciones á la derecha del Moclín, arroyo que separa esta provincia de la de Granada, entre Limones y Frailes; otro en este último pueblo, en el cual la roca aparece muy compacta, y otro, por fin, de ofita descompuesta, al Poniente de dicha población. Entre Frailes y Alcalá abundan en las margas yesosas, cortadas por la carretera, ramales, vetas y nódulos de ofita, á veces muy tenaz y porfiroide.

Otros pequeños asomos se encuentran á poco más de un kilómetro al E.NE. de Cabra del Santo Cristo, así como en diferentes sitios de los alrededores de Huelma; y, por fin, citaremos dos que no alcanzan un kilómetro cuadrado de extensión, junto á la carretera de Gra-

nada, entre las margas yesosas de Carchalejo y la ermita de Santa Lucía. Al S. de Cambil, uno de ellos forma escarpadas márgenes en el río Oviedo.

Córdoba.

Ofitas y diabasas de Priego.—En el extremo SE. de la provincia de Córdoba, principalmente en las inmediaciones de Priego, asoman entre diferentes rocas de la serie secundaria numerosos diques y manchitas de ofitas y diabasas insuficientemente estudiadas, casi todas entre las calizas compactas y cavernosas del trías.

Siguiendo la carretera de Priego á Alcalá la Real se descubren varias vetas ofíticas en la bajada al puente del Salado y junto á las márgenes de este río, siendo la roca de aspecto terroso y muy alterada; entre los kilómetros 45 y 46 aparece la diabasa porfiroide muy tenaz, destacada á la izquierda de la carretera, en un montecillo del que sólo ocupa 12 metros de ancho; 300 metros más al E., en el kilómetro 46, asoma estratiforme y terrosa; en el 54, debajo de Almedinilla, hay otra manchita idéntica que se extiende 300 metros, derivándose de ella otra que en el kilómetro 58 se descubre únicamente en seis metros de anchura.

En el camino de la Carraca á Sileras, entre 200 y 400 metros á la izquierda del río Almedinilla, asoman entre yesos otros dos islotitos; mayor es la manchita hipogénica de diabasa descompuesta de la subida desde Priego á los cortijos de Peñas Doblas, habiendo otra en que la roca es porfiroide, al S. de las Salinas, de la derecha del Salado, y otro asomito en que la roca está convertida en arena á un kilómetro al S.SO. de la ciudad en la meseta de la Almozara. Al pie de la Triñosa, entre los Villares y el molino de López, sobre la derecha del arroyo Gallinera, se encuentra otro islotito de ofitas transformadas superficialmente en tierras verdosas, y otro parecido existe á dos kilómetros al SO. de Carcabuey, al pie de la Dehesilla, junto al camino de Lucena.

Por el rumbo opuesto, siguiendo el camino de Priego á Luque, aflora en tres metros de largo otro islotito cerca del cortijo Bulliquin y de la Zagrilla, habiendo otras manchitas análogas frente á la aldea del Esparragal; otra á dos kilómetros de Priego, siguiendo el camino de Campus, notándose, por fin, numerosos cantos angulosos y sueltos de diabasa entre Cañuelo y Alcaudete, cerca de la orilla izquierda del Guadajoz y de los cortijos de Campo Nubes.

Málaga.

Entre las formaciones yesosas que tanto abundan en la parte septentrional de la provincia de Málaga, todavía insuficientemente estudiadas, hay un gran número de diques y diminutos isleos de ofitas y diabasas, aunque clasificadas de dioritas hace unos cuantos años, en vista de su examen macroscópico y superficial.

El mayor número de esos asomos hipogénicos aparece entre la laguna de Salinas, al E. de Archidona y las Escaleruelas, al S. de Antequera; otro grupo de ellos hay entre Antequera y Teba, cruzándole el Guadalhorce y el ferrocarril de Málaga al SO. de Bobadilla; otro penetra al NO. de Almargén en las provincias de Sevilla y Cádiz; otro menor hay al N. de Alameda y se interna en la de Córdoba, sobre la derecha del Genil, habiendo, por fin, otros asomos al E. de Cañete la Real y al E. de la citada laguna de Salinas, en los confines de Granada.

Grupo de Antequera.—En la faja triásica de Antequera existen entre las arcillas rojas yesíferas y las areniscas numerosos asomos de diabasas y rocas similares, sobre todo entre Antequera y Gobantes. Las diabasas se componen de feldespato triclínico, ya labrador, ya oligoclasa, al que se amolda en manchas grandes la augita, que en general pasa por epigénesis á anfibol, clorita, epidota y calcita. Además hay hierro titanado rodeado de esfena secundaria. Las variedades andesíticas suelen tener granos de cuarzo secundario, y en algunas variedades labradóricas la piroxena se transforma en mica negra.

Estas últimas dominan en Valdelosyesos, cerca de Gobantes, al SO. de los cortijos Bellavista y de las Perdices, junto á Antequera y en el Peñón de los Enamorados. En el Torcal de Antequera son porfiritas andesíticas, y las variedades amigdaloides se encuentran á L. y P. de dicha ciudad, en Villacarretera y en la sierra de Villanueva del Rosario.

En varias de esas localidades inmediatas á Antequera, los Sres. Michel Lévy y Bergeron hicieron notar la presencia del glaucófano en los productos de la matización de esas rocas hipogénicas. Una porfirita de junto á la ciudad y una diabasa del cerro de las Perdices, ambas andesíticas, muestran cristalillos secundarios de ese mineral, producido porque una parte de la augita primordial se asoció por isomorfismo á la acmita, que suministró el elemento necesario para la formación de aquél.

Examinada al microscopio por el Sr. Mac-Pherson una variedad porfídica de una mancha inmediata á Antequera [1], se nota que en una pasta felsítica muy turbia los cristales de piroxena se transforman parcialmente en anfibol y otros productos intermedios, distinguiéndose también algunos fragmentos de epidota y la inseparable magnetita.

Ofitas de Campillos.—Al NO. de la faja ofítica de Antequera aparece otra también compuesta de numerosas manchitas entre el trias que se extiende en una serie alineada de E. á O., cerca de los confines con la provincia de Sevilla. Una de esas manchitas, muy curiosa por su composición, es la que asoma á media ladera de la sierra de la Camorra, en los cerros de La Herriza y del Palo que cierran la laguna de Fuente Piedra, en contacto de las calizas del cerro de la Plata, y allí se presenta la roca con dos aspectos muy diversos: una negruzca, cripto-cristalina; otra porfídica, como la del pozo salado de la Herriza, y que, en rigor, más bien que ofita, es una kersantita. El Sr. Calderón ha comprobado que está constituida por feldespato

(1) *Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz. An. Soc. Esp. Historia nat.*, tomo V, pág. 20.

completamente alterado, hornablenda, hierro oxidado y olivino, agrupación singular que justamente llamó la atención del citado naturalista [1]. El feldespato, en cristales alargados, estrechos y en grupos estrellados, parece ser como el plagioclasa de otras ofitas, aunque no se puede afirmar con certeza por su opacidad y alteración. La hornablenda, muy abundante, rellena los huecos que dejan los anteriores, más bien en granos que en cristales. El olivino se halla como mineral accesorio en cristales amarillentos y aislados, con los bordes transformados en serpentina que en sitios se corre por la pasta en venillas muy finas.

En opinión del profesor Cohen, si se admite que su feldespato sea un ortoclasa, podría compararse esta roca á la mineta hornabléndica; pero siendo un plagioclasa, debe asimilarse más bien á la kersantita; y en vista de tan extraños caracteres, el Sr. Calderón la denomina *ofita kersantítica*, para indicar, por un lado, sus relaciones geognósticas con las ofitas propiamente tales, y por otro su clasificación petrográfica más aproximada.

La porfirita enstatítica, á que pasan también las ofitas del cerro de la Plata, ha sido examinada por el Sr. Calderón [2]. Es una roca cristalina, compacta, densa, fusible al soplete, de escasa dureza, en cuya pasta gris clara se destacan laminillas brillantes, obscuras, nódulos melados y otras partículas. Los planos de junta producidos por las leptoclasas están cubiertos de costras de carbonato de cal resultantes de la descomposición de la masa, compuesta de plagioclasa que envuelve trocitos irregulares de un mineral transparente dispuesto en haces, que puede ser moscovita, hornablenda coralitizada, ó más bien bastita procedente de la evolución de una piroxena rómbica, á la que corresponden otros cristales porfídicos mayores. De trecho en trecho salpican la roca gránulos opacos de hierro titanado, titanita y rutilo, y otros de óxido de hierro, pirita y apatita.

Dioritas de Mijas y Marbella.—Entre la sierra de Mijas y las

(1) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVIII, pág. 25.
(2) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVIII, pág. 109.

Chapas de Marbella atraviesan los bancos paleozóicos numerosos diques de una diorita á veces cristalina, ya afanítica, en sitios tan descompuesta, que su feldespato se halla terroso. En la senda que conduce desde Marbella á las Chapas hay un apuntamiento parcialmente cubierto por los depósitos terciarios que, á juzgar por los gruesos cantos que allí se encuentran, debe ser de considerable magnitud [1].

Otro dique de grandes dimensiones atraviesa la hacienda de la Perla, al S. de Benalmádena, y al que se puede seguir en una longitud de un kilómetro, con una dirección casi de N. á S.

Sevilla.

Ofitas de Morón.—En varios puntos situados entre Morón y Coripe hasta el río Guadalporcún, parajes nombrados de la Yedra, Dehesa de San Pablo y Arroyo del Aguamanilla, aparecen pequeños islotes de ofita que, en general, forma un agregado de cristales de plagioclasa, dispuesta en grupos estrellados, granos de piroxena, en parte pura, en parte transformada en anfibol y clorita, unos y otros envueltos en una pasta verdosa de los mismos elementos y de magnetita. Los Sres. Calderón y Paul distinguen dos variedades [2]: la del cerro del Calvario, clasificada de melafírica, que es negra, criptocristalina, tenaz, de fracturas angulosas, compuesta de plagioclasa, augita, magnetita y algo de olivino, hallándose sumamente transformados en productos secundarios sus elementos ferro-magnesianos; y la que asoma en la Cañada Honda de Coripe, un pórfido bellísimo, con grandes cristales de feldespato verde claro, en una pasta más obscura que envuelve otros menores dialágicos de brillo metálico.

Varios apuntamientos de ofita existen entre Morón y Pruna, en la Dehesa del Roble é inmediaciones del arroyo Las Bonitonas, distinguiéndose, según el Sr. Calderón [3], diversos estados de alteración

(1) *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*, pág. 59.

(2) *La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV, pág. 464, y tomo XXIII, pág. 37.

(3) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 84.

y descomposición, que en sitios es completa, en otros se convirtió la roca en una tierra azulada, en otros se presentan delgadas costras de aerinita. Hay manchitas allí inmediatas en que la roca se transforma en un agregado cripto-cristalino, negro de talco y magnetita; y en otros isleos la ofita se plagó de cavidades irregulares, tapizadas de una substancia concrecionada, rosada ó amarillenta, formada de carbonatos asociados á productos zeolíticos, en la cual se descubre el granate en filoncillos y cristales rombododecaédricos muy completos, negros, resinosos, que por excepción pasan del tamaño de un guisante. Este mineral es evidentemente un producto secundario, así como el oligisto que en laminillas se descubre en la pasta de varios ejemplares.

Relacionados con las ofitas y yesos de Morón existen ciertos depósitos de azufre, salzas y manantiales salados y sulfurosos á una legua de Coripe; los conos fangosos próximos á Morón, y las aguas sulfurosas frías de Pozo Amargo.

De los volcanes fangosos de Morón hicieron ligeras indicaciones los Sres. Delanoue, Machado y Mac-Pherson, y al Sr. Calderón se debe una interesante nota [1] que sucintamente vamos á extractar.

Los tres volcanes cenagosos, todavía activos, se alinean de NO. á SE. en un estrecho valle, llamado cañada de los Charcos de Aragón, rodeados de los arroyos de la Mujer y del Salado, á 15 kilómetros al S. de aquella población y á seis de Montellano. Esa cañada tiene un ancho de 300 metros; se inclina por ambos lados en pendiente suave; está constituida por un depósito arcilloso diluvial cubierto de vegetación, al pie de la serrezuela de los Charcos, constituido por calizas compactas y arcillosas, á veces irisadas, con yesos y moronita, clasificadas de eocenas.

En torno de los volcanes y charcas fangosas se extiende un relleno arcilloso diluvial, de bastante espesor en algunos sitios, como en el arroyo Hondo, en que reposa sobre un conglomerado calizo eoceno, y en el extremo NO. de aquéllos hay un pequeño afloramiento de

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX, pág. 5.

ofita cristalina verde. También debe ser de ofita la base del cerrillo, junto al volcán extinguido de dicho arroyo Hondo, siendo evidente la relación íntima de esa roca con el volcanismo barroso, cuyas manifestaciones adoptan allí tres formas: 1.ª, la de charcas negruzcas con desprendimientos de gases en algunos sitios; 2.ª, la de pequeños conos de bordes más ó menos borrados por las acciones atmosféricas, y 3.ª, la de volcancitos activos.

A la primera categoría pertenecen los manantiales medicinales de Pozo Amargo y el Esparragoso. El pozo que contiene el agua sulfhídrica del primero está abierto en un banco de yeso gris, siendo 18° la temperatura de aquélla.

Al SO. de los volcancitos de la Dehesa de los Charcos está la charca del Esparragoso con un metro de profundidad, existiendo otras varias inmediatas de menor importancia, cuyas aguas amargas y salinas contienen diversas proporciones de sulfatos de sosa y de magnesia.

Los volcancitos consisten en conos de un metro poco más ó menos de elevación, situados en el centro de un circo de barro resbaladizo, y en el interior de los cuales hay un cieno negruzco, fétido y espeso, cargado de productos orgánicos, del que se desprenden burbujas gaseosas. En tiempos lluviosos el barro se mezcla con gran cantidad de agua, que suele desbordar por un canal estrecho á modo de arroyo, arrastrando sal común, materia cenagosa, azufre pulverulento, hidrato férrico y otras impurezas.

Años atrás contaba el Sr. Machado diez volcanes de esta clase; pero su número va disminuyendo, no excediendo de siete los que comprobó el Sr. Calderón, quien afirma que en épocas anteriores alcanzaron dimensiones y desplegaron energías mucho mayores, como lo demuestran la extensión y el espesor de las rocas formadas por esta vía, descubiertas en el arroyo Hondo por medio de zanjas que se abrieron con objeto de explotar las pequeñas cantidades de azufre.

Se reconocen en ese sitio dos formaciones estratificadas consecutivas: una inferior, constituída por delgados lechos de marga gris, impregnada de azufre, con numerosos cristalillos de yeso; otra de marga dura de color obscuro, con costras de azufre, abundantes cris-

tales de celestina y calcita con estroncianita, pasando de 15 metros el espesor de esa roca. El carbonato de cal de esa marga aparece en sitios en vetas de textura fibroso-radiada é impregnadas de carbonato de estronciana.

En el volcancito de Papahigo se comprobó la existencia de los hidrógenos sulfurado y carbonatado, á los que suelen acompañar el nitrógeno y otros gases no inflamables, debidos á la descomposición de las materias orgánicas sulfuradas.

Ofita de San Juan.—Entre San Juan y El Gastor hay varios sitios, como la cuesta del Zorro, donde asoman las ofitas generalmente en bolas de tres á cuatro decímetros de diámetro, á las que llaman en el país *cabezas de negro* por sus obscuros colores, y cuyo estudio detallado está por hacer.

Basalto de Guillena.—Al N. de Sevilla, hacia el sitio llamado la Pajanosa, del término de Guillena, se encuentran trozos de lavas basálticas, de cuyo yacimiento sólo existen ligeras indicaciones en la pág. 155 de las *Actas de la Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX.

Dioritas y anfibolitas de Peñaflor.—Una parte de los asomos hipogénicos incluidos entre las rocas antiguas y ya mencionados en el capítulo anterior, que se extienden entre Peñaflor y la Puebla de los Infantes, deberán trasladarse á las rocas modernas si son ciertas las observaciones del Sr. Nogués [1], quien, á propósito de los yacimientos auríferos de esa comarca, deduce las siguientes conclusiones:

1.ª Las erupciones de dioritas y anfibolitas de la sierra de Peñaflor se efectuaron desde el mioceno medio al fin del plioceno; y aunque el país participó de la acción de otros levantamientos anteriores, su relieve actual lo debe á esas erupciones que elevaron los depósitos miocenos hasta 300 metros más altos que el Guadalquivir.

2.ª Con esas erupciones coincidieron emanaciones hidro-minerales básicas que llenaron de minerales de cobre, níquel, hierro, auríferos, y de sales alcalinas las grietas abiertas en las rocas preexistentes.

(1) *Compt. r. heb. des Séances de l'Acad. de Sciences*; 1885.

3.ª Las tierras arcillo-ferruginosas auríferas que cubren, en parte, el suelo de la sierra, resultaron de la desagregación y descomposición de las rocas piroxénico-anfibólicas y de las manifestaciones hidro-termales.

4.ª Las rocas piroxénico-anfibólicas han sido el vehículo que, en proporciones variables, condujeron á la superficie el oro nativo ó combinado.

Cádiz.

Ofitas.—El Sr. Mac-Pherson hizo un estudio minucioso y concienzudo de las ofitas de esta provincia [1], que son de las que hasta la fecha se hallan mejor conocidas.

Distingue, en primer lugar, las variedades compactas, presentando como tipos las del Puerto de los Yesos, en la vereda que conduce desde Alcalá de los Gazules á Medinasidonia, y las de los barrancos de Puerto Real, cerca del cerro de las Tinajas. Observadas con aumentos de 60 á 80 diámetros, aparecen con una base confusa en que se distinguen fragmentos de hierro magnético y cristalillos de feldespato, formando muchos de ellos hermosos grupos estelares en fajitas polisintéticas. Raro es el cristalillo perfectamente diáfano, pues á la luz polarizada se les ve enturbiados por innumerable cantidad de hojuelas y ramillas muy brillantes, restos de substancia piroxénica, adosada á las caras de aquéllos y transformada en varios sitios en una materia verdosa, probablemente de clorita ó viridita. Con mayores aumentos en la pasta se observan menudos granillos de piroxena amarilla envueltos en una masa vítrea que también encierra otros diminutos cristales de feldespato, y nótase, además, que al individualizarse estos últimos arrollan hacia sus bordes los fragmentos de aquéllos.

Los manchones en que mejor representadas están las variedades cristalinas, se hallan á orillas del río Barbate, al SO. de Alcalá de los

(1) *Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz. An. de la Soc. Española de Hist. Nat.*, tomo V, pág. 1.

Gazules, en el castillo de Tempul y en Benamahoma. Sus ejemplares, examinados al microscopio, no muestran señales de materia vítrea, y están formados de agrupaciones de largos cristales de feldespato triclínico, entre los cuales hay grandes fragmentos de un mineral piroxénico, semejante á la dialaga, más ó menos transformado en anfibol y otros productos intermedios de descomposición. Se hallan además numerosas aglomeraciones de magnetita y titanita.

Con frecuencia son hialinos los cristales de feldespato reunidos en fajas polisintéticas, contándose á veces hasta más de 40 alternancias de colores cuando se examinan á la luz polarizada. En los ejemplares del castillo de Alcalá y del O. del castillo de Tempul, el feldespato se ofrece tan turbio que, por excepción, deja percibir claramente dichas fajas. Corresponde este feldespato al oligoclasa, encerrando muy variables cantidades de inclusiones de anfibol, viridita, magnetita y otras impurezas, ya de otras substancias líquidas y gaseosas, á veces de burbuja movible y de contorno exagonal.

El mineral piroxénico es de contornos irregulares y se acomoda á los huecos de los cristales de feldespato; su color suele ser amarillo claro, de ligero matiz sourosado, lustre nacarado y con estrías longitudinales, pobre en inclusiones é inatacable por los ácidos, que, por el contrario, disuelven el anfibol, la viridita y otros productos en que gradualmente se transforma aquél. El anfibol es fibroso, ó forma haces caprichosamente entrelazados, de dicroismo muy marcado; no se aisla en cristales bien definidos, pues cuando no se incrusta en los fragmentos del mineral piroxénico, se muestra en trozos de contorno irregular ó se disemina muy menudo entre la masa, á veces tan diminuto, que sólo se percibe con grandes aumentos. Suelen observarse además en el mineral piroxénico indicios de una especie de serpentinización, disgregándose en venillas y ramificaciones entrecruzadas.

Sucede en varias manchitas, especialmente en la del E. de Torre Estrella, cerca de Medinasidonia, que la piroxena se transforma por completo en anfibol, pasando la roca á una verdadera diorita; y también se ha reparado en la Peña Árpada, entre Alcalá de los Gazules

y Medina, que un cristal de piroxena es de formación posterior á la primitiva, teniendo por núcleo un trocito de magnetita, hecho excepcional y raro. Los hierros magnético y titanífero se aglomeran en individuos cristalinos de gran tamaño.

Variedades intermedias entre las cristalinas y las compactas hay en diversas manchitas, tales como á orillas del arroyo Almendrón, entre Chiclana y Medina, y al SO. de Torre Estrella, distinguiéndose por la descomposición más avanzada de su piroxena y por contener numerosos cristalitos alargados, opacos, negruzcos y solubles con los ácidos, de naturaleza desconocida.

Otra variedad de ofita muy curiosa es la de Algar, de color verde claro, cuya masa felsítica blanca y turbia se resuelve en grandes cristales de feldespato, enturbiado por dos substancias fibrosas distintas: una soluble en los ácidos, muy magnesiana; otra insoluble, dicróica, que parece ser anfibol. A éste se asocia con gran intimidad cierta cantidad de granos de epidota verde pistacho, además de la magnetita, y esta última aparece en hemiedrias, cuyos tetraedros se alinean en barritas. Por su paso á la diorita, esta roca es de sumo interés.

Como resumen final de sus minuciosas observaciones, el Sr. MacPherson demuestra las grandes analogías de las ofitas de Cádiz con las de los Pirineos, y señala, como única diferencia, que mientras que en aquéllas predominan las variedades augíticas, siendo excepcionales los tránsitos á las dioritas, en las segundas escasean dichas variedades y son más profundas las transformaciones de su piroxena, predominando las dioríticas y epidotíferas.

Análogamente á lo que se observa en Morón, hay en varios sitios de la provincia de Cádiz varios volcancitos barrosos asociados ó relacionados con las ofitas. Así sucede al pie de Peña Aspada, entre Paterna y Alcalá de los Gazules, donde existe un cono de cuatro metros de diámetro y dos de altura, formado de barro negro muy fino, teniendo en su vértice un charquito, de cuya agua se desprendía fuerte olor de hidrógeno sulfurado. Es tanta la sal contenida en el agua, que en el verano cristaliza por los lados, semejando un montón de nieve.

Asimismo, cerca de las azufreras de Conil se encuentran muchos conos fangosos ya extinguidos, y el azufre que les acompaña, cristalizado en magníficos octaedros, es de gran interés científico, pero de escasa importancia industrial.

ARTÍCULO VI

MINERALES

Por su variada composición y modo de formación no hay rocas que encierren en sus masas tanto número de especies mineralógicas como las hipogénicas modernas; y del examen micrográfico de los ejemplares anteriormente reseñados, se deduce cuán larga sería la lista de dichas especies, siquiera muchas de ellas estén representadas en diminutas é inaprovechables cantidades. Considerando los yacimientos beneficiables, sucede, por el contrario, que son muy pocos los de cierta importancia industrial que encajan en estos materiales si se comparan con los que más adelante habremos de enumerar en las formaciones sedimentarias antiguas; pero en casi todos los de éstas notaremos la íntima relación con las rocas hipogénicas tratadas en este capítulo. Desde el punto de vista de su origen, raro será el criadero metalífero en que no se observe una dependencia más ó menos directa con las diabasas, las ofitas, las traquitas, las andesitas y otras varias rocas descritas en este capítulo, y así lo señalaremos en sus lugares respectivos.

CRIADEROS DE PLOMO

Entre todos los criaderos metalíferos de España no hay otros, como los del SE., donde más clara se perciba la natural dependencia de las riquezas minerales con las rocas hipogénicas modernas en las cuales parcialmente se hallan enclavadas, si bien en la mayor parte de los casos su caja depende de los terrenos estrato-cristalino, paleozóico,

triásico y terciario, en cuyos respectivos capítulos completaremos su enumeración, siguiendo el orden que nos impone el objeto de este libro.

Sierra de Cartagena.—Aunque la mayor parte de los criaderos de la sierra de Cartagena arman en las calizas y pizarras incluídas en el Mapa general en el estrato-cristalino, son varios los asomos hipogénicos que directamente encierran algunos de aquéllos, y en cierto modo puede admitirse como regla general que «deben buscarse criaderos de galena do quiera se compruebe la existencia de traquitas,» según advierte el Sr. Guardiola [1], quien agrega que hay posibilidad de encontrar filones que no salen á la superficie y restan envueltos enteramente por la roca eruptiva.

El asomo traquítico del cabezo de la Raja ó cabezo Rajado, es el mejor ejemplo de criaderos de plomo que afloran al exterior, y donde existe una zanja ancha de más de 500 metros de largo por 300 de profundidad, huella indeleble de las colosales explotaciones cartaginesas y romanas de los antiguos tiempos. Los filones se alinean al NO. normalmente á la dirección de la sierra, inclinando al NE. los principales, y con buzamiento opuesto los menos importantes, considerados por algunos ingenieros como ramas desprendidas de los primeros. Se extienden estos criaderos entre el collado de los Alumbres y el cabezo de Trujillo, y por lo regular las zonas más metalizadas son las que encajan en las traquitas más silíceas y más duras, que los mineros denominan *chiscarras*. Excepcionalmente la roca hipogénica se hace pizarreña ó se convierte en arcillas feldespáticas en contacto con las substancias metalíferas.

A fin de evitar repeticiones, resumiremos en el capítulo siguiente los caracteres de composición de los filones de esta sierra, por ser más numerosos en ella los que arman en las rocas estratificadas.

Criaderos de Mazarrón.—En Mazarrón sucede, por el contrario, que son muchas más las masas y filones enclavados en las rocas hipogénicas que en las sedimentarias. Varios son los escritos en que

(1) *Un poco de geología aplicada. Rev. min.*, serie C, tomo XI.

se trata de ellos; pero el más reciente y detallado se debe al Ingeniero Sr. Villasante, de cuyo trabajo [1] extractaremos los datos principales.

Las traquitas de Mazarrón son de las más ricas en criaderos de plomo, ya en masas, ya en filones, y en ellos la galena más ó menos argentífera (seis onzas de plata como tipo corriente) está íntimamente mezclada con blenda, acompañándolas como ganga las piritas de hierro, el yeso, el antimonio y el arsénico sulfurado con fragmentos de la capa del criadero, á veces transformada en una mezcla de hierros silicatados y feldespato descompuesto. La dirección casi constante de los filones es de N. á S.; otros que se dirigen de E. á O. son estériles, excepto el que se explota en las Pedreras Viejas. La inclinación oscila entre 45° y la vertical, buzando generalmente al E. En general, los filones que hay al SE. del cabezo de San Cristóbal inclinan al O.NO., y al O.SO. los que hay al lado opuesto. El espesor varía entre 0,20 y 5 metros, si bien sube á 12 en un cruzamiento de la mina *Prodigio* y en una bolsada de la *San José*. Aun dentro de estas bolsadas se presenta la metalización en ramas de 30 centímetros, separadas por grandes cuñas de materia estéril, y se observan en las masas metalíferas algunas cavidades rellenas de dolomía con varias geodas de cuarzo hialino cristalizado.

No todos los filones afloran á la superficie, pero sí los más importantes, y son de gran irregularidad en su marcha, tanto en profundidad como en dirección, por lo que respecta á su riqueza y á su espesor. Los filones de las minas *Prodigio* y *San Juan* se han reconocido en 400 y en 300 metros de longitud respectivamente, y en algunas, tales como en las *Fuensanta* y *Talia*, no fué cerca de la superficie la mayor riqueza del criadero, sino á profundidades comprendidas entre 300 y 400 metros.

Comenzando por el N. del cabezo de los Perales, se presentan varios filones y vetas irregulares, algunos casi del todo estériles. Uno de ellos es el de San Camilo, en la mina *Convenio*, al que sigue el

(1) *La industria minero-metalúrgica en Mazarrón*. Extractado en la *Rev. min.*, serie C, tomo X.

del *Carrerón*, bastante productivo en la *Talía*, con espesuras variables entre pocos centímetros y tres metros, vertical en unos sitios, con variables inclinaciones al O.NO., ó al E.SE. en otros. De él se derivan varias vetas importantes, entre otros los filones *San Juan* y *La Rama*, que á la profundidad de 210 metros distan entre sí de 20 á 30 metros.

El filón *San Jorge*, que los romanos explotaron hasta los 110 metros de profundidad, á los 140 llegó en la mina *San Antonio* á una potencia de 5,50, pero empobreciendo en mineral considerablemente, y 60 metros más abajo, reducido á un metro su espesor, tiene excelente metalización. Su dirección es N. 20° E., derivándose de él una rama alineada al E. 35° N. con 85° de inclinación al N.NO.

Al filón *San Marcelino*, dirigido al NE. casi vertical, cruza en ángulo recto el *San Hipólito*, inclinado 60° al SO., al que sigue paralelo en Vista Alegre otro de 0,30 de espesor. Inclinado 45° al SE. hay inmediatos otros dos filones en la mina *San Vicente*, con una potencia que oscila entre 20 y 75 centímetros.

El cabezo de San Cristóbal encierra los criaderos más ricos del término y son los que á continuación se expresan. Con una dirección media al N.NE. y muy variable en su marcha, figura en primer término el filón *Prodigio*, explotado en parte en la mina *Santa Ana*, donde presentó ricas bolsadas, así como en la *Fuensanta* é *Impensada*, habiendo sitios de singular riqueza con un espesor hasta de 12 metros, si bien á varios niveles y diversa longitud llegó á estrechar demasiado y hasta desaparecer.

Del filón *Prodigio* se desprenden varias ramas, una de ellas el filón *Pilar*, que atraviesa la mina *Fuensanta* del SO. al NE., con 50 á 60° de inclinación al E.SE., variando en potencia entre medio y un metro, y cruzándole algunas fallas de escasa importancia. Este mismo filón se explota en *Santa Ana* é *Impensada* con el nombre de *San Alberto*.

Con una dirección media de N. 10° E., una inclinación que oscila entre 50 y 70° al SE. y una potencia que varía de 0,30 á 3 metros en el mismo grupo, se halla el filón *San Juan*, que en la mina *Santa*

Ana se pudo seguir en 350 metros con una metalización de 0,20 término medio. En el piso *Santa Bárbara* se encontraron sobre este filón explotaciones romanas, siendo muy pobres las partes que quedaban del criadero; en el piso *San José*, por el centro de la misma mina, dista del *Prodigio* 22 metros, aproximándose más por el lado del N.; en el piso *San Eduardo* presentó en sitios hasta tres metros de espesor, dividiéndose en varias ramas por la parte N.; volvió á esterilizar en el piso *San Clemente*, y hoy está reconocido con buena metalización á los 367 metros de profundidad. Del filón *San Juan* se derivan varias ramas, entre otras la Tina, con espesores que varían de 0,30 á 0,80; en el piso *San Eduardo* se cortaron otras cinco, también bastante ricas, y en el *San Sebastián*, de la misma mina *Santa Ana*, que está á los 295 metros de la superficie, se cortó otro filón importante de muy variable riqueza, llegando en sitios á 1,50 metros de espesor.

El filón *Rompe y Raja* se consideró como el propio de la mina *Triunfo*, prolongándose á las *Esperanza* y *Usurpada*, en ésta con dos metros de potencia, pero con escasa metalización generalmente, bifurcada en algunos sitios de la *Santa Ana*. Este filón fué uno de los más explotados por los antiguos desde la superficie en el Charco de las Pedreras, inclinando 70° al SO.

En la mina *San José* el filón de igual nombre, inclinado de 50 á 70° al O., fué explotado por los antiguos hasta 147 metros de profundidad: varía su potencia de uno á cuatro metros, metalizada la tercera parte, habiéndose hallado una bolsada de 12 formada por cuñas de traquita que separaban ramas de 0,30 entrelazadas unas con otras. En la mina *Triunfo* se explota hasta 300 metros de profundidad con espesores de seis á ocho metros, fajeada la metalización en vetillas de galena, pirita y blenda paralelas á la dirección general, y se observa que la riqueza es mayor en la parte de S. que en la del N. de esa concreción.

Otros filones de la mina *Triunfo* son el *Romano*, que los antiguos explotaron hasta 300 metros de profundidad, y el de las *Láquenas*, que tiene de cuatro á cinco onzas de plata por quintal.

En la *San Carlos*, además del filón *San José*, hay otro que se agotó á los 178 metros de profundidad.

La *Ceferina* tiene una red de filones, no todos explotables. A los 60 metros de profundidad de su pozo maestro se cortó uno inclinado al E.NE. de 0,70 de potencia, relacionado con el que nombran *Quinta Rama*, que inclina 45° al S.; paralelo á éste es el *Cueva del Agua*, con vetas bastante ricas; hay además el *Cuarta Rama*, que inclina 40° al E., de 0,24 de potencia y muy argentífero; á los 101 metros de profundidad otros dos que inclinan al SO., y otro que inclina 35° al SE. con un espesor de 0,75, debiendo, por fin, mencionarse el nombrado *La Rafa*, alineado casi vertical de NE. á SO.

Aunque por hoy no tienen importancia, merecen citarse los filones *Charca*, *Piritas* y *Moros*, reconocidos en las minas *Poderosa*, *Esperanza* y *Usurpada*. En *Recuperada*, *Grupo* y *No te escaparás* existen otros criaderos explotables todavía, no bien conocidos, é inmediato á Mazarrón, en el cerro de los Trapos, está el de la mina *Aurelia*, muy inclinado al O.NO., que parece de bastante riqueza.

Santa Isabel es la mina más importante de las Pedreras Viejas, donde existe un filón dirigido al N., casi vertical, con 2,50 metros de potencia en algunos sitios, y del que se desprende una rama dirigida al NO., muy bien metalizada, entre los 160 y 186 metros de profundidad.

Tres filones se han reconocido en la mina *San Francisco:* uno de galena, nombrado *Salvadora*, inclinado 28° al SE., con una ley media de 40 á 45 por 100 de plomo y tres onzas de plata por quintal; otro dirigido de E. á O. hasta de tres metros de potencia, pero esterilizado en casi toda su corrida, fuera de alguna bolsada de mineral, y otro llamado de las *Blendas*, por ser éste su elemento dominante, que con escasa potencia inclina fuertemente al E.

En la zona de las Herrerías se observan dos direcciones dominantes en los filones, que son N. 15° E. y NO., presentándose un tercer sistema al NE., que debe ser, según el Sr. Villasante, una desviación de los que corren N. á S. Inclinan con fuerte inclinación al NO. ó son casi del todo verticales; su potencia media es de un me-

tro, y la metalización poco constante cerca de la superficie, sustituyéndose la galena por la pirita de hierro, que á su vez es reemplazada por la blenda hasta cierta profundidad, en que reaparece la galena. La ley en plata varía mucho, como regla general; y mientras los filones dirigidos al N. 15° E. encierran nueve á diez onzas por quintal de plomo, los que van al NO. sólo tienen cuatro. Por rara excepción, en el filón que sale dirigido al NE. del coto *Fortuna* y entra en la mina *Yo quise*, se obtuvieron muestras de un mineral muy arcilloso con más de 100 onzas.

Los afloramientos en esta zona de las Herrerías son muy numerosos, pero no todos explotables, siendo cinco los principales, cortados por una galería á 50 metros de profundidad del pozo *Enrique:* el de la *Raja*, dirigido verticalmente al N. 15° E.; el *Don Juan*, explotado en parte por los romanos, de metalización irregular, tendido al E.NE., con espesor de 0,10 á 0,60; el del *Hoyo*, paralelo al primero, constituído por una arcilla negra que envuelve cristales de galena, y otros dos de igual carácter que el anterior, notables por sus afloramientos de alunitas en el cabezo del Zorro. En la galería *Francisco*, abierta á los 80 metros de profundidad del pozo *Enrique*, se encontraron otros dos filoncitos, y al prolongar aquélla hasta el pozo *Fernando* se tropezaron labores antiguas en otro filón plomizo muy piritoso, vertical y dirigido al NO.

Fuera del coto *Fortuna* se observan tres filoncitos inclinados al E.; en la *San José*, otro tendido al NO.; otros varios plomizos con cobre y hierro en la *Jerusalén perdida*, y otros con barita en la *Reconquistada*, *Paulina*, *Carlota* y *Esperanza*.

Criaderos del cabo de Gata.—Muy interesantes son también los criaderos de galena argentífera que arman en las rocas hipogénicas del cabo de Gata, ya en filones correspondientes á varios sistemas, ya en bolsadas, y están agrupados en el espacio que media entre el llano de la Cañada, límite occidental del Cabo, el Rincón de Martos y la cala de Agua Amarga.

En la Hoya de Arévalo hay un filón inclinado al O.NO.; otro dirigido casi vertical al E. 10° N., en que la galena se presenta en ri-

ñones ó bolsadas entre el cuarzo y los óxidos de hierro, y el tercero, que es estéril, les corta arrumbado al N. 10° E. En el cerro de San Amaro hay dos criaderos, ambos con buzamiento septentrional: uno en bolsadas, alineado al E. 16° N., y otro dirigido al E. 36° N., á cuya galena argentífera acompaña el carbonato de plomo. Paralelo á éste hay otro filón en la solana del Cerro Gordo, y en la Boca de Albelda es notable uno vertical, de los alineados N. á S., que en un principio produjo enormes cantidades de galena argentífera.

En el barranco de los Martinez se reconocieron tres filones: uno inclinado pocos grados al O. 20° N., que fué muy rico en los afloramientos; otro inclinado 8 á 10° al S. 20° E., tal vez repetición en rumbo opuesto del anterior, y otro ligeramente inclinado al NO.

Con igual buzamiento reaparece el mismo criadero diseminado en bolsadas por el barranco Celejo, y más al SE. hay otro filón vertical arrumbado de E. á O. con ligeros indicios de mineral.

Otros filones diversamente arrumbados y con variables cantidades de mineral existen en el cerro del Pájaro, Rincón del Aguila, Rincón de Martos, Rincón Colorado, Umbría del Pilar y otros parajes. En algunos del Rincón de Martos ha sido notable la abundancia de calamina.

Carbonatos de plomo.—Abundaron principalmente en la parte superior de los criaderos de Murcia y Almería, y cantidades de diversa importancia se explotaron con las galenas del cerro de San Amaro, Rincón de Martos y otros parajes del cabo de Gata.

Plomo molibdatado.—Aunque raro, se asocia á los carbonatos de plomo en algunos criaderos de Gata.

OTROS MINERALES

Fuera de los plomizos, apenas hay criaderos materialmente encajados en este sistema que tengan importancia industrial.

Cuarzo.—En las sierras de Mazarrón y Cartagena, todavia más en el cabo de Gata, abunda macroscópicamente el cuarzo, ya amatista ó teñido por sales de cobre, ya en sus variedades de ópalo, hialita

en esferas, etc. Agatas diversas encajan en vetas y filones entre las termántidas que hay al S. de la sierra del Cabo, al S. de Navarrete, y en las wackas de varias localidades. El tránsito de las ágatas al ópalo y á la hialita es frecuente en el cerro de las Yeguas, en cuyos jaspes groseros hay cavidades con granos hialinos y con calcedonia concrecionada.

Calcedonias y jaspes blancos y rojizos abundan en Navarra, entre Grávalos y Fitero, asociados á las ofitas.

Baritina.—Acompaña á las galenas en varios filones de Mazarrón, las Herrerías y el Sabinar de Gata, y filones de baritina, estériles ó con ligeros indicios de mineral de plata, paralelos á los de Hiendelaencina, atraviesan el pórfido de Cañamares (Guadalajara).

Espato calizo.—En las andesitas de la cuesta de la Granatilla, serrata del Monso de Nijar y otros puntos del cabo de Gata.

Apatita.—La apatita ó esparraguina de Jumilla, en cristales prismáticos de color verde claro, se presenta en seis cabezos traquíticos asociada al oligisto micáceo.

Alunita.—El alumbre, ó sea el sulfato hidratado de alúmina y potasa, se ha explotado en inmensas cantidades, desde épocas anteriores al siglo xv, en las Pedreras Viejas y Nuevas de Mazarrón, en medio de una traquita muy alterada. El mineral se presenta en general muy teñido por óxidos de hierro, y á veces en filamentos delgadísimos, y año hubo en que se obtuvieron más de 4600 quintales métricos; pero, en general, decayó mucho su explotación.

Aunque en menores proporciones, también se aprovechó algo de alumbre que presentaron las traquitas del cabezo Rajado de Cartagena.

Pirita de hierro.—Las dacitas del cerro de la Rosica, en la sierra de Gata, contienen bastante pirita de hierro, que se disemina en variables formas y proporciones en muchos isleos hipogénicos que sería prolijo enumerar.

Oligisto.—Varios óxidos de hierro, principalmente el oligisto micáceo, se asocian á las diversas rocas hipogénicas modernas de distintas provincias.

Los asomos ofíticos de Salinas de Añana (Burgos) encierran en su masa pequeñas cantidades, así como la manchita de Payueta y otras de Alava y las diabasas de la sierra del Cañuelo (Huelva).

El oligisto micáceo abunda en las andesitas del cerro del Garbanzal y de otros puntos de la sierra de Gata, y se asocia á la esparraguina de Jumilla.

Hematites.—Por su cantidad, extensión y bondad de sus caracteres, son notables los criaderos de hematites de Cabarga (Santander), que se extienden á Hoznago por un lado y á Santa Marina por otro, abundando en ellos los núcleos de esperquisa. Las acciones diluviales arrastraron el mineral, mezclándole con arcillas en fragmentos y cantos sueltos.

En el término de Mazarrón abundan los criaderos de hierro íntimamente relacionados con las traquitas, si bien suelen constituir la cabeza de los filones plomizos, pues en profundidad se convierten en galenas argentíferas, y lo mismo se notó en varias minas de Herrerías.

Hierro cromatado.—Con las serpentinas de cerca de Istán se asocian algunas cantidades de hierro cromatado.

Titanita.—En la ofita de la dehesa del Roble, del término de Morón, hay dispersos cristales cortos de wernerita, prismas de anfibol y otros pequeños de titanita anaranjados, de brillo adamantino, de uno á dos milímetros de largo. El Sr. Calderón los supone de origen secundario.

Pirolusita.—Objeto de pequeñas explotaciones interrumpidas y abandonadas varias veces, fueron los criaderos en vetas y masas que rellenan varias grietas irregulares de las traquitas del cabo de Gata. El más notable de todos fué el del cerro del Garbanzal, donde además la pirolusita concrecionada formaba bolas de diferente tamaño envolviendo la roca eruptiva, reconociéndose en más de 400 metros de longitud el yacimiento, cuyo mineral fué de variedad de caracteres, compacto, fibroso-radiado, terroso, puro, hasta marcar 70 grados clorométricos, ó mezclado con óxidos de hierro, arcillas ó carbonato de cal, que le hacían descender á menos de 40. La variedad

concrecionada que se llamó *manganeso de canutillo*, era de inmejorable calidad.

NÍQUEL.—La masa de serpentina de la sierra de Aguas junto á Carratraca, encierra numerosas bolsadas de arseniuro de níquel, cuya substancia contribuyó en pequeña parte á la mineralización de sus manantiales medicinales.

BLENDA.—Según ya se dijo, en algunos filones de Mazarrón predomina el sulfuro de zinc sobre el de plomo, hasta el punto que la galena es un mero accidente del criadero.

CALAMINA.—Se asocia principalmente á los minerales de plomo de las sierras de Gata, Mazarrón y Cartagena. En la parte S. de la mina *San Carlos*, de Mazarrón, se encontró una masa de traquita impregnada de calamina con 12 por 100 de ley.

Varios criaderos del cabo de Gata rindieron en un principio importantes cantidades de calamina, sobre todo en el sitio nombrado Rincón de Martos.

SULFURO DE ANTIMONIO.—Á P. de la sierra Cabrera, sitio nombrado Argamasón, entre bolas de traquita incluidas en las launas ó pizarras deleznables, hay pequeñas masas de sulfuro de antimonio que en exiguas cantidades fueron explotadas por la mina *Virgen del Rosario*.

CINABRIO.—Algunas señales se notaron entre los minerales cobrizos de las Moreras de Mazarrón y de Balsicas.

PIRITA DE COBRE.—Subordinados á las dioritas y á los granitos existen varios criaderos de cobre en las praderas de Carracedo. En la mina *Eugenia* hay dos, fuertemente inclinados al O., asociándose á la pirita de cobre la de hierro y los carbonatos con cristales de cuarzo, espato calizo y vetas de limonita en sus hastiales; en la mina *Buena* otro inclinado al SE., y en la *San Blas* otro perpendicular, teniendo ambos direcciones oblicuas á los primeros.

Algunas vetillas se presentaron en la sierra de las Moreras y en Balsicas de carbonatos, óxidos, sulfuros y cobre gris, hasta la fecha sin gran importación industrial. Con la galena de la mina *Jerusalén perdida*, del grupo de las Herrerías, se asocian otros minerales de cobre y hierro.

Plata nativa.—Con las traquitas de Vera se relaciona uno de los criaderos metalíferos más curiosos de la Península, cual es el de hierro manganesífero del cabezo ó cerro de las Herrerías, muy notable por la plata nativa de excepcional blancura que, afectando diferentes y caprichosas formas, se presentó abundante entre sus oquedades, ya en láminas delgadísimas, ó en delicadas y finísimas hebras entrecruzadas, ó en grupitos cristalinos reunidos á modo de filigrana, y concentrados en diferentes puntos por procedimientos electroquímicos todavía no bien definidos.

Algunos basaltos de Piedrabuena (Ciudad Real) tienen hasta 1,937 gramos de plata por tonelada, ó sean tres onzas por quintal, según atestigua el Sr. Sánchez Massiá [1]; pero tan codiciado metal se halla en proporciones muy variables, excesivamente escasas.

Sobre cuarzo lechoso se hallaron pequeñas cantidades en la mina *Santa Bárbara*, sita en el barranco del Zagalejo, y otros parajes de la sierra de Gata.

También algunos filones de hierro de Mazarrón son más ó menos argentíferos, y entre otros el de la mina *Justina*.

Oro.—Siquiera haya resultado únicamente una curiosidad científica, desde 1883 se confirmó plenamente que existe el oro nativo en algunos filones cuarzosos del cabo de Gata, conteniendo algunas muestras hasta 1,16 onzas del preciado metal en quintal castellano.

Según ensayos dignos de fe, el Sr. Sánchez Massiá consigna [2] que en el basalto del cerro Moreno, término de Almagro, se hallaron algunas partículas de oro nativo, y se cita como una rareza inexplotable en el basalto de San Amiol de Finestras.

Las tierras piroxénico-anfibólicas procedentes de la descomposición de las diabasas y anfibolitas de la sierra de Peñaflor (Sevilla), contienen, según el Sr. Nogués, algunas cantidades de oro nativo que se desprendió de esas rocas al mismo tiempo que la titanita, la mag-

(1) *Los basaltos del campo de Calatrava. Rev. min.*, serie B, tomo VIII, página 75.

(2) *Los basaltos del Campo de Calatrava. Rev. min.*, serie B, VIII, 75.

netita y el oligisto, entre cuyas láminas cristalinas suele también estar adherido.

Granate almandino.—Abunda en las andesitas del Hoyazo, rambla de las Granatillas, cerros del Cigarrón y del Garbanzal y otros sitios de la sierra de Gata, en granos hasta de ocho milímetros de grueso, de contorno redondeado y por excepción dodecaédrico, de vivo color rojo.

Algunos cristales encierran los pórfidos de Alpedroches y Tordelloso.

Wernerita.—En la ofita de la Dehesa del Roble, término de Morón, además del granate, descubrió el Sr. Calderón [1] la wernerita, asociada á grandes hojas de oligisto y en prismas blancos muy alterados, que á veces miden 20 milímetros de largo por 5 de lado, ópticamente negativos y bastante birrefringentes. También forma costras en las grietas de la roca más alterada.

Cordierita.—Abunda en las andesitas del cabo de Gata, en cristales ó trozos cristalinos hasta de cinco milímetros ó granillos microscópicos. Según el profesor Szabó [2], se presenta en parte como componente de la roca, en parte como masas accesorias, encerrando á veces el cuarzo en forma reticulada. En general, abunda en microlitos alargados. La cordierita de dicha localidad se distingue de las demás por la gran cantidad de manganeso que entra en su composición, pues llega hasta el 17 por 100.

Anortita.—En prismas de 15 milímetros de largo y 2 de grueso, formando grupos estrellados, en la ofita descompuesta del Calvario de Morón. Según el Sr. Calderón, es una variedad de anortita formada por acciones secundarias, diversa por su aspecto y manera de presentarse de las conocidas hasta el día.

Caolín.—Procedentes de la descomposición y alteración de las rocas hipogénicas del cabo de Gata hay grandes masas de caolín inmediatas á la costa, pero en acantilados que no permiten su extracción,

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXIII, pág. 35.

(2) *Der Granat und der Cordierit in den Trachyten Ungarns. Neues Jahrb.*, 1881.

cual sucede en la Vela Blanca, á Poniente de Escullos, Presillas Bajas, barranco del Granadillo, etc.

Aerinita.—En varios yacimientos de ofita de Aragón, Cataluña y Andalucía se encuentra este mineral, á que dió nombre y estudió detenidamente en 1876 el sabio naturalista alemán Lasaulx. Antes de esa fecha se confundía con la vivianita, ó con un mineral de cobalto, ó con amianto teñido de carbonato de cobre. En su interesante nota titulada *Yacimiento de la aerinita,* el Sr. Vidal recopila los caracteres de este curioso silicato hidratado de alúmina, hierro, cal y magnesia, trasladando el minucioso estudio microscópico hecho por el Sr. Mac-Pherson [1]. Formando vetas entrecruzadas, que suelen tener de uno á tres centímetros de grueso, abunda la aerinita en los manchones ofíticos de Caserras y Estopiñán (Huesca), Tartarén, Avellanes; y según las observaciones del Sr. Calderon [2], en las ofitas de la Dehesa del Roble, término de Morón, se encuentra la aerinita de tres modos distintos: en costras adheridas á la roca, penetrando la roca convertida en una masa térrea azulada y descompuesta, y en las cavidades irregulares de cuarzos granudo-cristalinos transparentes. Opina el citado naturalista que el color azul tan característico de este mineral es debido á una mezcla de silicatos de hierro y cobre.

Anfibol.—Tapiza las cavidades de la ofita del Calvario de Morón, en agujas translúcidas de color verde botella ó en largos prismas aciculares amarillo-verdosos. Con él se asocia el amianto.

Wacka.—La alteración de las rocas de Gata, ricas en augita, produce esta substancia, debida al arrastre de una parte de la cal, de la magnesia, de los álcalis, de los óxidos de hierro y del ácido silícico, por el agua cargada de ácido carbónico que circula en la roca. Tal es el origen de las masas arcillosas que hay al NE. de Carboneras, de las verdosas, rojas y amarillas del barranco de la Higuerica, del de la Noria, que toca al mar, y del Negro, donde abundan las cavidades llenas de cuarzo.

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 113.
(2) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX, pág. 81, y *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXIII, pág. 36.

TERMÁNTIDA.—Una evolución posterior de la wacka debida á su cocción por manantiales termales, determinó la formación de las termántidas del cerro del Cigarrón, de variados colores y dibujos, y del Morrón de los Genoveses, donde se ven los tránsitos de la andesita á la wacka y de ésta á la termántida.

PICOTITA.—Si no enclavado, al menos relacionado con la gran zona de lerzolitas y noritas de la sierra Bermeja, hay en el término de Estepona un yacimiento de picotita ó espinela cromífera de color negro, lustre resinoso, dureza = 8 y densidad = 3,75, por cuyos caracteres se confundió con mineral estannífero. Carece de zinc y contiene 3,50 por 100 de sesquióxido de cromo.

Finalmente, se han encontrado la obsidiana, el leucito y la turmalina en los basaltos de Olot; la delessita, la menilita, la trimidita, la pinita y la sodalita en el cabo de Gata.

AGUAS MINERALES

Relacionados con las ofitas se hallan los manantiales salinos de Solares (30°), que son abundantísimos (6500 litros por hora), y en los que domina el cloruro de sodio con algo de carbonato cálcico y magnésico, pocos sulfatos, indicios de fosfatos, de sales de hierro, de materia orgánica y de sílice. En su agua diáfana y algo ácida, hay infinidad de burbujas en que predomina el nitrógeno mezclado con ácido carbónico y un poco de oxígeno.

Poco distante de Solares hay otro manantial análogo relacionado también con las ofitas, y es la fuente del Francés rica en cloruro sódico con algo de sulfato de cal.

CAPÍTULO III

ESTRATO-CRISTALINO

ARTÍCULO PRIMERO

GENERALIDADES

Gracias principalmente á los estudios sintéticos del Sr. Mac-Pherson [1], que de un modo magistral ha resumido los rasgos más salientes del estrato-cristalino de la Península, tenemos un conocimiento exacto de sus caracteres generales y de las diferencias con que se presenta en cada una de las diversas regiones, tanto por lo que hace á su estratigrafía, cuanto por lo que toca á su composición.

Desde el punto de vista topográfico, se distingue este sistema por lo riscoso é inculto de las comarcas en que se presenta y por sus especiales caracteres estratigráficos; y por la variada resistencia á la desagregación de sus elementos, los bancos más tenaces sobresalen en crestas y peñascos alineados, de contornos más angulosos que el granito y con escarpas oblicuas en todos sentidos, interrumpidas á cada paso por las repetidas fallas y dislocaciones que desgarraron las capas. Cuando los canchales procedentes de la demolición de és-

(1) *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos de España. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XII. *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda. Descripción petrográfica de los materiales arcáicos de Galicia. Relación entre la forma de las costas de la Península ibérica, sus principales líneas de fractura y el fondo de sus mares, etc.*

tas son de talquitas, pizarras cloríticas ó filitas satinadas y brillantes, se producen con sus reflejos metálicos efectos extraños en las erizadas laderas de los montes, donde asoman con entera desnudez, libres en grandes trechos de vegetación é inútiles de todo punto para el cultivo.

La superficie total de este sistema en España es de 21752 kilómetros cuadrados, y agregándose 12317 incluidos en Portugal, no se miden en la Peninsula menos de 34069 correspondientes al estrato-cristalino, tal como hoy se considera.

PETROLOGÍA

Diversas son las teorías ideadas acerca del origen de las rocas estrato-cristalinas, y muchos geólogos ven en ellas el resultado inmediato de la primera etapa del enfriamiento secular de nuestro globo; otros las consideran como un efecto de la cristalización directa de las primeras aguas que actuaron como disolventes sobre la masa escoriácea primitiva; otros opinan que este sistema no pertenece á formación ó época determinada, sino que sus materiales son simplemente manifestaciones de las fuerzas orogénicas sobre las masas anógenas en profundidad. Á esta creencia se oponen la uniformidad y la perfecta concordancia que por todas las partes del mundo ofrece en su composición. Pero así como no puede prescindirse de la universalidad y constante sucesión de los diversos miembros del estrato-cristalino, tampoco debe desconocerse que idénticos materiales se reproducen por efecto de acciones secundarias en distintos periodos de la edad del mundo.

La diferencia esencial que existe entre las rocas arcáicas y las francamente sedimentarias, radica en que mientras en aquéllas los elementos constitutivos conservan su individualidad, la mayor parte de las sedimentarias se componen de las ruinas y destrozos de esas mismas individualidades.

«Es lógica deducción del proceso que se observa en toda la natu-

raleza, dice atinadamente el Sr. Mac-Pherson [1], que la tierra pasó por un estado en que poseía mayor cantidad de energía que en la actualidad tiene, durante el cual la masa acuosa que hoy la baña formó parte integrante de su primitiva atmósfera. Posteriormente llegó un momento en que esa masa acuosa comenzó á pasar al estado líquido, cayendo sobre la cálida tierra, borrando las primeras huellas de su superficie; y representantes de este período son los terrenos estrato-cristalinos depositados con iguales fenómenos é idénticas condiciones en toda la extensión del globo.

»Función á un tiempo de dos elementos: la energía primitiva que disminuía con relativa rapidez; la desagregación, trituración de lo ya formado, y sedimentación de una serie de rocas que comienza en el granito y acaba en las pizarras superiores.»

Los terrenos estrato-cristalinos son, en resumen, el resultado de la precipitación de la masa acuosa sobre la corteza primitiva, cuya inicial energía iba gradualmente disipándose, al paso que los fenómenos de disgregación iban en aumento, hasta que al llegar este proceso á su límite entraba la superficie del planeta en un estado semejante al actual. Mientras esto sucedía, continuaba desarrollándose otro proceso debido á la desigual contracción entre las partes internas y externas, del que resultaba un aumento gradual de energía en las segundas, originando esas acciones secundarias cuyos efectos metamórficos se observan hasta en los gneises más profundos de la serie cristalina.

De lo dicho se deduce que en los terrenos estrato-cristalinos la sedimentación, la cristalización primitiva y el metamorfismo, constituyen un conjunto tan íntimamente ligado, que en muchos casos es imposible deslindarlo.

En todas las regiones de la Península el estrato-cristalino se manifiesta con la misma serie de materiales sin solución de continuidad desde las rocas en que es difícil decidir si entran en los granitos propiamente tales, hasta aquéllas en que es manifiesta su analogía

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI, pág. 267.

con las sedimentarias paleozóicas. En resumen, se distinguen claramente tres edades ó tramos: el inferior, de enorme espesor y monótona uniformidad; el medio, de composición muy compleja, y otro superior, que es sencillo en su constitución.

La diferencia principal entre ellos es el aumento de elementos básicos en el tramo medio, no sólo por la disminución de la sílice, sino por el mayor desarrollo de la cal, la magnesia y el hierro. La uniformidad del tramo inferior resulta de la persistencia de análogas condiciones sedimentarias durante largo periodo, hasta que comenzó el siguiente con fenómenos eruptivos y plutónicos muy variados.

De acuerdo con el predominio de unos ú otros tramos y subtramos, en cada una de las regiones de España donde se manifiesta, se repara que en la central abundan principalmente los gneises y micacitas, éstas alternantes con rocas piroxénico-anfibólicas y calizas, las cuales faltan casi del todo en Galicia, donde se muestran muy potentes y variadas las anfibolitas y pizarras granatíferas, y las micacitas predominan sobre los gneises. El Mediodía de España es más pobre en gneis que Galicia y mucho más que el centro; pero al paso que en Sierra Morena se reparten por igual las calizas y las anfibolitas, en la Serranía de Ronda el elemento anfibólico casi desaparece, y en su lugar las calizas adquieren un desarrollo extraordinario. En sierra Tejeda las calizas y anfibolitas alternan por igual entre Sedella y el río Rubite, dominando las calizas casi en absoluto por las cumbres. Por fin, en Sierra Nevada disminuye mucho el elemento calizo y predominan las rocas anfibólicas.

Desde el punto de vista petrológico, las rocas que constituyen el estrato-cristalino son las siguientes:

Granito gneísico.—Ya que no se admita que todas las rocas de la serie granítica son en rigor la verdadera base del sistema estrato-cristalino, es indudable que éste comienza en varios sitios por un granito que apenas se distingue del común ó en masa, descomponiéndose como éste en formas redondeadas por los agentes atmosféricos, pero cuya mica tiende á agruparse en zonas más ó menos paralelas,

así como el feldespato. Prácticamente, es sumamente difícil separar en ciertos parajes el granito verdaderamente hipogénico, más ó menos estratiforme, de granitos gneisicos, considerados por algunos geólogos como base del sistema. Petrológicamente, en ejemplares aislados, la distinción es imposible.

Granulitas y otras rocas feldespáticas.—En el estrato-cristalino de algunas provincias, sobre todo en la de Huelva, hay granulitas idénticas á las descritas en el cap. I, que el Sr. Gonzalo Tarín y otros geólogos incluyen en la serie estratificada, así como á varias leptinitas, euritas y otras rocas feldespáticas.

Gneis.—Compuesto de iguales elementos que el granito, se distingue de éste por la disposición zonar ó fajeada de aquéllos, principalmente de la mica, teniendo las mismas variaciones de coloración y matices que dicha roca hipogénica. Son contados los casos en que se divide en hojas delgadas y planas, pues á ello se opone la disposición curva y entrecruzada de sus elementos.

En varios puntos pierde gran parte ó casi todo su feldespato, pasando á una pizarra micácea; en otros encierra entre sus hojas una materia arcillosa de lustre crasiento, bastante dura, que es una variedad de jade, y en ocasiones es el cuarzo el que forma esos nódulos que llegan á tener más de un decímetro de largo. Con más frecuencia el cuarzo se ofrece en granos irregulares con muchas inclusiones en hojas lenticulares muy finas ó en cristales imperfectos, y muchas veces falta ó es muy escaso. Hay gneis de mica negra ó tumbaga; otros en que es blanca, en grandes hojas, amarillenta ó bronceada, y otros en que se mezclan dos ó más variedades de micas, con frecuencia llenas de agujitas de rutilo.

Tanto ó más que el granito es variable el gneis en sus caracteres litológicos, y así se conocen, además del micáceo ó común, los cordieríticos, anfibólicos, epidotíferos, etc., según los elementos accidentales que se agregan á los esenciales.

En su gran mayoría el feldespato corresponde á la ortosa, de contorno desgarrado ó como desleido en el cuarzo que la envuelve, y la plagioclasa entra en proporciones muy variables, casi siempre mu-

cho menores y en cristales más pequeños, bien conservados, agrupados según la ley de la albita.

Gneis granitoideo.—Se intercala con el gneis micáceo y se parece mucho á las granulitas de Sajonia. Es roca fino-granuda, constituida por cristalillos blancos de feldespato, casi todo ortosa con algo de oligoclasa, de contornos desgarrados; cuarzo agrisado ó amarillo, rico en inclusiones fijas y móviles, notándose que algunas son moldes negativos de su forma cristalina; mica parda abundante, blanca escasa, granate en desiguales proporciones, según los ejemplares; algunos prismas amarillos de zircón, apatita y magnetita.

Gneis porfiroide.—En muchos parajes de casi todas las manchas, el gneis tiene un aspecto porfírico por el tamaño considerable de sus cristales de cuarzo, que con más frecuencia son redondeados á modo de nódulos esferoidales, ovales ó alargados, constituyendo más bien la variedad siguiente.

Gneis amigdaloide.—En su parte más profunda empasta amígdalas de cuarzo y de feldespato reunidos ó de feldespato en maclas de Carlsbad, envueltos por bandas más obscuras en que abunda la mica tumbaga, y á veces esas amígdalas alcanzan un decímetro de longitud, alineadas paralelamente á las caras de junta. A medida que se asciende en el orden estratigráfico, los nódulos se achican hasta reducirse á delgadas zonas de cuarzo y feldespato alternantes con otras en que abunda la mica.

Para su examen micrográfico, sus secciones pueden dividirse en dos clases: unas que muestran la pasta fundamental de la roca; otras que denotan la textura de sus amígdalas. Las primeras manifiestan en pequeño esta misma textura, constituida por fajas irregulares de mica ajustada á los demás elementos, y que suele ser parda, pues la blanca se incluye en los otros productos, y aquélla se envuelve en una masa verdosa, que es una substancia clorítica derivada. Cabe todavía distinguir dos variedades en la mica obscura: una pardo-rojiza muy dicróica, y otra que pasa del amarillo claro al bronceado. Ambas variedades de biotita cuando están descompuestas se llenan de magnetita y de rutilo.

Como excepción se ven en este gneis raros cristales de oligoclasa en gran número de individuos unidos por la cara del brachipinacoide, y la ortosa, en cambio, se desarrolla en trozos de gran tamaño de irregulares contornos. El cuarzo forma grandes placas de textura granitoidea, y es rico en inclusiones, casi todas de burbuja fija, con trozos y agujitas de apatita.

Gneis micáceo común.—Varias diferencias importantes separan este gneis del anterior: la ortosa disminuye en cantidad y tamaño; aumenta en cambio la oligoclasa, hasta el punto que en algunos bancos es predominante; la mica blanca casi desaparece; la obscura tiende á descomponerse en productos ferríferos más bien que cloríticos; el cuarzo es casi siempre granulítico y casi nunca granitoideo, y, por fin, escasea mucho más la apatita, que á veces falta por completo. Estas diferencias indican una disminución general del elemento ácido.

La textura de este gneis es en alto grado pizarreña, hallándose repartida su mica con más uniformidad, casi siempre muy abundante, de color pardo rojizo, de contorno irregular y de dicroísmo muy marcado. Con frecuencia algunas hojuelas se hallan incluídas en el cuarzo. La oligoclasa, en cristales microscópicos, está bien conservada y libre de impurezas. Como minerales accidentales entran, además de la apatita, el anfibol, el granate, la sillimanita, el hierro titanado, etc.

Las variedades granatíferas son más ricas en mica magnesiana que las simplemente micáceas, en las cuales se marcan más las tendencias á la textura cristalina de grandes elementos.

Gneis piroxénico.—En opinión de Quiroga, no está bien aplicado el nombre de gneis piroxénico á rocas que son complejos granulíticos de plagioclasa y piroxena, la primera sustituida frecuentemente por wernerita, y que yacen en masas lenticulares, no en verdaderos estratos, entre el gneis. «De todos modos, añade [1], habrá que distinguir en estos materiales piroxénicos dos grupos: el plagioclásico, fre-

(1) *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVIII, pág. 102.

cuentemente wernerítico, de textura granulítica, como los ejemplares del Pedroso, y el ortoclásico, sin wernerita, de textura granítica, como los de la sierra de Guadarrama. Estos últimos podían llevar mejor el nombre de gneis piroxénico, reservando para los primeros el de granulitas piroxénicas.»

Á dichos elementos se agregan la ortosa, el cuarzo, el anfibol, la esfena y la calcita.

Gneis sericitífero.—Sobre el gneis turmalinífero de algunas localidades, existe otro, pizarreño y porfiroide á la vez, constituido por feldespato muy alterado, cuarzo gris en granos menudos, mica dorada y sericita amarillenta de brillo sedoso.

Gneis de fibrolita.—Entre los gneis micáceos suele intercalarse otro con fibrolita, mineral reducido á algunas hebras en unos ejemplares y muy común en otros; generalmente agrupado en filamentos sedosos donde más abunda la mica, con la cual está en relación íntima, siendo con seguridad un producto secundario. Su acción sobre la luz polarizada es enérgica, y se extingue paralelamente á la longitud de las fibras, que á veces se retuercen en todos sentidos.

Haleflinta.—En algunas manchas del Mediodía hay esta variedad de gneis eurítico ó microgranítico, roca adelógena fajeada en lechos alternantes de diferente coloración.

Micacitas.—Á medida que el gneis va perdiendo su feldespato, pasa á las micacitas, en las que se consideran dos divisiones: las gneisicas, que aún le conservan en cantidad apreciable, y las verdaderas micacitas, que carecen de él ó tienen muy poco, si bien entre ambas series no hay distinción estratigráfica, pues se entremezclan y alternan repetidas veces.

Sus caracteres físicos varían mucho, sobre todo en el color, desde el blanco de estaño al pardo rojizo obscuro y negruzco, en relación con las diversas proporciones y naturaleza de los elementos que las constituyen y sus grados de alteración. Son relucientes, generalmente blandas, de brillo metálico ó sedoso muchas veces, ásperas al tacto, de textura hojosa ó fibrosa y en ocasiones como si la pasta estuviese plegada y retorcida. La fractura es plana, desigual, rugosa ú ondulada.

En general hay dos clases de mica en esta roca: la biotita, idéntica á la del gneis, que con frecuencia encierra agujitas macladas de rutilo, y la blanca, correspondiente en parte á la margarodita, y ambas se descomponen muchas veces en productos ferríferos que impregnan y colorean las capas. La negra empieza á descomponerse decolorándose sus bordes, que pasan al gris verdoso y al blanco, con un lustre craso característico. Con frecuencia ciertas pilas de mica están formadas de hojuelas alternantes de biotita y moscovita, ésta derivada de la otra por epigenia.

Son muchas las micacitas con dos feldespatos, á veces tan descompuestos, que se reduce la roca á una tierra arcillosa amarillenta y parduzca. Suele ser más escasa la ortosa que la oligoclasa, ésta siempre polisintética y mejor conservada que aquélla, cuyos contornos desgarrados y corroídos están envueltos por una franja de impurezas.

El cuarzo es casi siempre de textura granulítica, aunque no dejan de observarse algunas placas granitoideas en las capas más inferiores, y sus inclusiones son numerosas, la mayor parte de burbuja fija. En las capas superiores disminuye en muchos sitios este elemento, predominando la mica y siendo más común el granate en rombododecaedros, de color jacinto obscuro, rosado en sección transparente. También en las micacitas superiores abunda la turmalina en prismitas exagonales, con un romboedro muy rebajado en un extremo y otro inverso en el otro. La magnetita y la estaurótida son otros dos elementos accidentales de las micacitas, y aunque menos frecuentes que en el gneis, se ven en distintos ejemplares la fibrolita y el zircón.

Las principales variedades que se hallan en España son las siguientes:

Micacitas feldespáticas.—Las micacitas feldespáticas ó gneises granulíticos son rocas pizarreñas de caras onduladas con muchas laminillas de mica negra y blanca, granillos de cuarzo, y otros más gruesos, transparentes y grietados de feldespato. En rigor, son gneises fino-granudos, y con ellos y las micacitas alternan en el tramo medio del sistema.

Las micas de estas rocas presentan al microscopio los mismos caracteres que las de las otras micacitas, con los mismos minerales accidentales. Varía mucho la cantidad de feldespato en granillos irregulares, rodeados de mica blanca ó de limonita, casi siempre de ortosa muy bien conservada, transparente é íntimamente ligada con el cuarzo, que abunda en granos gruesos irregulares, entrelazados, llenos de inclusiones de burbuja móvil, y es de formación más reciente que el feldespato. A veces se incluye en la mica blanca en tanta proporción que pasa la roca á una cuarcita micácea.

Micacitas granatíferas.—Acaso no hay parte del mundo donde abunden los granates tanto como en las rocas arcáicas de Sierra Nevada, sobre todo en las micacitas, y varían mucho en tamaño, desde menos de medio milímetro hasta un centímetro; pero lo frecuente es que tengan de cuatro á cinco milímetros. Su color es pardo negruzco, y su forma habitual el rombo-dodecaedro.

En láminas delgadas presentan estos granates al microscopio color rojizo amarillento, una superficie granosa característica, son isótropos y encierran inclusiones de rutilo, grafito, mica y cuarzo, éste en granillos irregulares de formación más reciente, tal vez en sustitución de otras inclusiones que desaparecieron por alteración. Tales granillos se ofrecen alineados, ya en el centro ó en la periferia.

Los granates se hallan cruzados por grietas paralelas, independientes de los cruceros, ocasionadas por las acciones mecánicas que determinaron la estructura pizarreña de las micacitas. Pruebas de las presiones desiguales á que estuvieron sometidos y de haber resbalado dentro de las rocas son los surcos que las cruzan, llenos de prismas entrelazados de cuarzo, que pasa al de corrosión. Aunque por lo común bien conservados, muestran á veces los granates interesantes fenómenos de alteración, ya rodeados de una corona de limonita ó de clorita, ya transformados en mica negra que rellena las grietecillas de sus cristales ó se agrupa en montoncitos que reproducen el contorno exagonal. En ocasiones los granates están envueltos en mica blanca, que forma sobre ellos una especie de barniz.

Micacita chiastolítica.—Notable por las maclas de andalucita que

contiene, á las cuales acompaña la mica en láminas doradas. En algunos puntos de la provincia de Zamora llaman *piedra con patas de gallina* á las micacitas, cuyas chiastolitas se agrupan irradiando en diversos sentidos.

Maclinas.—Aunque poco frecuentes y no del todo bien deslindadas de las rocas cambrianas en algunas manchas, las maclinas ó pizarras chiastolíticas ocupan la parte más superior de la serie. Son negruzcas, blandas, hojosas, de fractura plana, casi siempre micáferas y carbonosas, y examinadas al microscopio muestran cristales de chiastolita y á veces granates.

Talquitas.—Las talquitas ó pizarras micáceo-talcosas son blandas, de colores muy variados, desde el blanco al pardo obscuro, ó con diversos matices verdosos, según la proporción de clorita que entre en ellas. Examinadas al microscopio, además de la mica parda magnesiana y de la clorita, se percibe un mineral indefinido, que se considera generalmente como talco, aunque bien pudiera ser una variedad de mica potásica, tales como la margarodita, la sericita ó la damourita.

El cuarzo es constantemente granulítico, y mientras en unos ejemplares se disemina por igual, en otros se aglomera en lentejas ó granos, sobre los cuales se amoldan las hojuelas de mica y de talco. Con frecuencia hay algunos trozos de feldespato turbio, y sus productos accidentales se reducen á magnetita negra y opaca, á óxidos de hierro, cristalillos de turmalina y agujas de rutilo.

Por alteraciones en su composición pasan á pizarras arcilloso-talcosas, tan abundantes en la parte más alta del sistema por el S. y SE. de la Península, las cuales, á su vez, cuando se desagregan, producen las *lagenas* ó *launas*, nombre con que los mineros de esos países designan las arcillas talcosas, cuyos colores varían del blanco al azul, verdoso y heces de vino.

Pizarras cloríticas.—Abundan en el tramo superior del sistema, constituídas por filamentos de clorita verde que envuelve productos opacos referibles á la magnetita, al hierro titanado, á derivados ó afines de la titanita, como la leucoxena y la titanomorfita. Suelen

encontrarse también trozos irregulares de feldespato y granos aplastados de cuarzo granulítico.

Filitas.—Superiores á las micacitas arcillosas, se encuentran en todas las regiones, especialmente en las del Mediodía, otras pizarras más pobres en mica, negruzcas y mates, poco granatíferas ó sin granates, lustrosas y de estructura tabular, con caras planas granudas ó estriadas, que designamos con el nombre general de filitas. A veces contienen muchos cristales de maclas, pasando á pizarras maclinas, y con más frecuencia, con falta de estos cristales y por su abundancia en arcilla, pasan á pizarras comunes que en nada difieren de las pertenecientes á las de los sistemas paleozóicos.

Anfibolitas.—Como regla general, se presentan las anfibolitas en lechos delgados alternantes con gneis, micacitas y dolomías, y el tipo más frecuente consiste en la asociación de hierro oxidulado, hierro titanado, esfena, hornablenda, labrador y cuarzo, los tres primeros en trocitos de primera consolidación, tejidos por el anfibol, cuyos cristales están dispuestos como las membranas de mica negra en los gneises. La consolidación de los cristales de labrador y de cuarzo fué posterior á la de los otros elementos, á los cuales traban ó cuya colocación perturban; y por fin, una parte de la esfena barniza los cristales de hierro titanado. Algunos ejemplares contienen cristalillos de epidota y faltan ó son muy escasos los de magnetita.

En la mayor parte de las manchas se desarrollan ampliamente las anfibolitas asociadas á las micacitas y á otras rocas de menor importancia relativa; y desde luego se consideran dos grandes grupos, según que sean ó no granatíferas. Estas, que son más abundantes, comprenden tres variedades: una en que el anfibol domina en absoluto; otra que también es piroxénica, y otra en que la epidota empieza por ser un producto accidental y acaba por ser predominante.

Las granatíferas se separan á su vez en otros dos grandes grupos: el de las piroxénicas y el de las que contienen zoisita. En este grupo, que es el más importante, se incluyen las variedades anfibólica, la que tiene el anfibol mezclado con mica y la piroxénica.

En las anfibolitas no granatíferas, el anfibol es de color verde yerba ó verde botella, de intenso dicroismo, de cruceros bien determinados, de contornos irregulares, con frecuencia maclado; el cuarzo, relativamente escaso; en algunas se agregan cristalillos de oligoclasa; la titanita y el hierro titanado existen constantemente.

El carácter por el que más se distinguen las variedades granatíferas, es su abundancia en trozos y cristales de rutilo, á veces tan desarrollados que casi se perciben á simple vista. Alternan con capas de gneis y micacitas en las partes media y superior del sistema, y se componen de anfibol al que se asocian el cuarzo y el granate. Hay variedades compactas en las cuales no se ven á simple vista más que anfibol y feldespato estriado, pareciéndose mucho á las dioritas; pero se las conoce bien por el examen microscópico, pues las anfibolitas encierran mucha menor cantidad de hierro magnético y titanado y en cambio están cargadas de granates.

Estas anfibolitas se diferencian de las gneísicas por la disposición radiada de sus prismas de anfibol, que son de color verde botella, de gran tamaño, irregulares y de contornos roídos, encerrando infinidad de granillos de cuarzo de corrosión.

Varían mucho las proporciones del feldespato y del cuarzo, y abunda el granate, ya en fragmentos irregulares, ya en rombo-dodecaedros con grietas rellenas de clorita, productos ferruginosos, variable número de inclusiones de rutilo y de un mineral parecido á la esfena.

Pizarras piroxénicas.—Consideramos desde luego dos variedades, según que la piroxena se asocia al anfibol ó á la mica, cada una de las cuales puede ser ó no granatífera. Las primeras se incluyen en una serie en cuyos dos extremos hay pizarras simplemente piroxénicas de un lado, y pizarras anfibólicas de otro. Casi siempre están constituídas por grandes placas de piroxena, aunque á veces afectan una estructura granudo-cristalina que la da aspecto de ciertas pinitas y dunitas, y es general que á la piroxena cemente el cuarzo, si bien hay parajes en que reemplaza á éste la caliza. La piroxena es incolora ó verdosa clara, de contornos irregulares y dicroísmo

nulo, correspondiendo por sus caracteres á la variedad salilita, que encierra inclusiones de titanita y rutilo. Comunmente su transformación en anfibol se verifica por los bordes ó llenándose de manchas irregulares la piroxena. El anfibol es de color verde botella y de dicroísmo bien marcado. La plagioclasa se presenta en anchas placas macladas según la ley de la albita, agrupándose hasta 40 individuos en una sola, y á veces se asocian simultáneamente según esa ley y la de la periclina, correspondiendo en la mayor parte de los casos al labrador, casi siempre muy bien conservado y con escasas impurezas. La titanita, en fragmentos cristalinos ó en formas lanceoladas de dimensiones muy variables hasta de un milímetro de largo, casi siempre empasta trozos de rutilo y hierro titanado.

En las variedades micáceas de las pizarras piroxénicas, el feldespato, la titanita y el rutilo son más escasos; la mica es magnesiana, de color obscuro y dicroísmo muy pronunciado.

Eclogitas.—Las eclogitas típicas de Cordier y de Riess se componen de granate, onfacita y esmaragdita, con epidota, clorita, esfena, zircón, rutilo, cuarzo y mica blanca. Es roca muy accidental y escasa en esta formación.

Cuarcitas.—Varían mucho en su apariencia según la calidad y la cantidad de los elementos ferro-magnesianos que suelen entrar en su composición: unas veces muy teñidas de verde pálido por la clorita; otras blancas ó ligeramente amarillentas, si sólo tienen mica además del cuarzo, que principalmente las constituyen, y otras cargadas de feldespato, pasando á rocas gneisiformes de textura especial. Casi siempre se intercalan en lechos de poco espesor, entre capas de pizarras cloríticas y micáceas, y contribuyen á formar un suelo erizado de lajas angulosas.

En sección transparente, su estructura es completamente cristalina y se las ve compuestas de un agregado de cuarzo granulítico que empasta los demás elementos. En unas es parda, en otras blanca la mica que en trozos pequeños las acompaña, reemplazándola en ocasiones la clorita; son frecuentes los cristalillos de rutilo, y algunas encierran granates.

CALIZAS.—Las calizas del estrato-cristalino son muy parecidas á las del cambriano, y su composición es muy variada. Contienen silicatos y titanatos originados por metamorfosis, que constituyen un tejido en que desapareció el carbonato de cal. Tratadas por ácido clorhídrico, en sus residuos, examinados al microscopio, se observan pirita, hierro óxidulado, hierro titanado, rutilo, esfena, idocrasa, tremolita, actinota, dialaga, epidota, mica blanca, mica negra, anortita y cuarzo.

Es general que las calizas antiguas sean más ó menos magnesianas, ya sacaroideas y cristalinas, á veces granudas ó compactas, celulosas ó pulverulentas, y sus colores varían tanto como su composición, pasando del blanco al gris, al azul y al amarillo. La cantidad de magnesia contenida en las calizas dolomíticas antiguas varía entre límites muy apartados: desde no tener más que indicios hasta más del 30 por 100. El cuarzo forma bajo los nícoles á modo de mosáicos de granillos redondos con extinciones vivas, aplastados según la base del prisma, positivos y con un eje óptico.

La pirita, cristalizada en dodecaedros ó transformada en limonita, es muy frecuente; pero más todavía la mica, siquiera sea en pequeña cantidad y microscópicas partículas, aunque en muchos sitios es tan abundante que pasa la roca á un verdadero cipolino. Por regla general se halla muy bien conservada, y las únicas inclusiones que encierra se reducen á un poco de magnetita ó de pirita. También acompañan á ciertas calizas el talco y la diopsida, ésta en pequeños fragmentos redondos más ó menos descompuestos.

En su mayor parte, las calizas de este sistema se intercalan entre las pizarras piroxénicas y las micacitas de la parte media y superior.

DESCOMPOSICIÓN DE LAS ROCAS

Por todas partes la descomposición del gneis es mucho más lenta que la del granito á causa de su textura, siendo, como es, más abundante el cuarzo en la roca hipogénica que en aquélla.

La micacita resiste menos á la descomposición, pues en varios puntos está reducida á tierra suelta en espesores que no bajan de 15 á 20 centímetros. Cuando su mica y su cuarzo se hallan íntimamente mezclados, resiste mejor á la descomposición, como es muy natural.

ESPESOR

De 8 á 9000 metros evalúa el Sr. Mac-Pherson el espesor del estrato-cristalino entre el valle del Lozoya y Gargantilla, donde menos dislocado y cortado de fallas aparece: para la provincia de Segovia estima el Sr. Cortázar que pasa de 6000; para la de Zamora señala el Sr. Puig como límite 900 metros, advirtiendo que no excede de 500 por término medio, lo que prueba un desarrollo mucho menor del sistema en esta última provincia que en la cordillera Carpetana y en Galicia.

Para la región pirenáica, el Dr. Roussel afirma [1] que á orillas del Ariège, donde más desarrollado está el sistema, la parte accesible á la observación tiene 14 kilómetros de espesor. En la vertiente española, donde las manchas son pequeñas y en reducido número, no hay datos para confirmar, ni con mucho, tan enorme dimensión.

ESTRATIGRAFÍA

Aunque no de un modo enteramente riguroso, los materiales estrato-cristalinos de la Península resultan dispuestos con el siguiente orden cronológico:

1.° Gneis granítico, muchas veces difícil de distinguir del verdadero granito que le sirve de base.

2.° Gneis amigdaloideo de caracteres muy uniformes y con grandes espesores en las regiones donde asoma.

(1) *Etude stratigraphique des Pyrénées*, pág. 3.

3.° Gneis micáceo acompañado de otras variedades.

4.° Micacitas propiamente dichas.

5.° Talquitas ó pizarras talcosas con sericita, en que se intercalan pizarras cloríticas, calizas y otras rocas.

6.° Filitas ó filadios arcilloso-talcosos con pizarras lustrosas y satinadas.

No toda la serie se presenta completa en todas las regiones, y de aquí que la división de este sistema en tramos haya sido considerada de diversas maneras.

Varios son los geólogos que colocan la sección de las filitas en la base del cambriano, y á ello se inclinan los Sres. Mac-Pherson y Gonzalo Tarín; pero como no se ofrecen con independencia del resto de la serie, provisionalmente figura aquél en el mapa general dentro de este sistema.

En conjunto aparece formado por dos tramos de igual monotonía en sus extremos, unidos entre sí por otro intermedio de gran variedad de caracteres y composiciones, que se funde entre los que encaja de una manera gradual. El primer tramo comprende el gneis granítico y el amigdaloideo ó glandular; el segundo los gneises micáceos en muchos sitios, alternante con micacitas y otras varias rocas; y en el tercero, en que las talquitas y las filitas son predominantes, sin que tengan completamente marcado su carácter cristalino, siendo sus rocas más blandas y de colores más obscuros en la parte superior.

Geólogos hay que reducen á dos las divisiones principales del sistema, incluyendo en la inferior el gneis granítico, el amigdaloideo y el micáceo, y en el superior las micacitas, talquitas, filitas, etc.; pero la división en tres parece ser más conforme con sus caracteres petrológicos y estratigráficos.

En todos los grupos de manchas y regiones, la estratigrafía del sistema es bastante confusa á causa de las muchas roturas, saltos y resbalamientos ocurridos entre las fallas que subdividieron las capas, rompiendo su continuidad con mucha frecuencia. Para mayor confusión en sus caracteres de yacimiento, existen innumerables fisuras

ó litoclasas que fraccionan las rocas en porciones poliédricas pequeñas; y agregándose á esto la variable descomposición de las distintas rocas que son tan complejas en la parte media y en la superior del sistema, el resultado es que se dificulta en muchos sitios la precisa clasificación de los tramos y subtramos. Todavía hay otra circunstancia que contribuye á dicha confusión, cual es el infinito número de diques, filones y masas irregulares de rocas hipogénicas, principalmente pórfidos y diabasas, que acribillaron en todos sentidos muchos isleos y manchas arcáicas, sobre todo las del Mediodía.

A causa de las intensas y repetidas dislocaciones que desde los tiempos primitivos sufrieron más que otra alguna formación sedimentaria, los estratos de este sistema se presentan con multiplicados cambios de dirección y de buzamiento y desiguales inclinaciones, desde la vertical, que es menos frecuente que en los terrenos paleozóicos, hasta la horizontal, que se ofrece en más sitios que en los bancos de otras edades muy posteriores.

En su excelente *Memoria sobre la sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos de España*, el Sr. Mac-Pherson sintetiza y compara los caracteres del sistema en cada una de las regiones de la Península en que se presenta, trazando diferentes cortes esquemáticos, por los cuales se observa que hay semejanza marcada, por no decir identidad, entre el horizonte gneísico de Andalucía, el que en Galicia llamó Barrois micacitas de Villalba y el gneis micáceo de la región central, mientras que las pizarras micáceas y talcosas de Andalucía corresponden á las talquitas y cloritocitas de Galicia y del Guadarrama. En cambio, el gran horizonte de las filitas de Andalucía queda sin representante alguno en el centro y el NO. de España, si bien es difícil de deslindar de las pizarras y grauwackas cambrianas, según dijimos.

En resumen, la parte más inferior y media del sistema se muestra ampliamente en la cordillera Carpetana; la más elevada de la inferior, la media y la superior tienen gran desarrollo en Galicia; en Sierra Morena y en la Serranía de Ronda dominan las media y superior, mientras que en Sierra Nevada el horizonte medio sólo aflora

en marcados sitios, y el superior se esparce en la mayor parte de su extensión.

ARTÍCULO II

REGIÓN PIRENÁICA

El sistema estrato-cristalino está mucho más desarrollado en las vertientes francesas de los Pirineos que en las españolas, en las cuales se reduce á pequeñas manchitas, todavía insuficientemente deslindadas y estudiadas.

Conforme en breves palabras resume el Sr. Roussel [1], los primeros geólogos, como Palassou, incluyeron en la base de la serie sedimentaria varias rocas cristalinas que llamaron indistintamente granito; Coquand indicó que la serie comienza en los gneises graníticos no estratificados, y que los gneises estratificados son metamórficos, correspondiendo al terreno de transición; para Dufrénoy y para Zirkel, el gneis no constituye una formación independiente; Magnan suponía en la base de la formación un granito fundamental sobre el cual se apoyan otros granitos que pasan á gneis; los Sres. Depéret, Viguier, Caralp y otros, consideran un granito fundamental ó gneis granitoideo, encima del cual yacen el gneis micáceo y las micacitas; Garrigou afirma que el granito de la base es claramente estratigráfico, juzgándole, como al gneis, de origen marino; y son varios los geólogos que, contra la opinión del citado Sr. Roussel, sostienen que las calizas cristalinas, en todo ó en parte, corresponden al sistema de que tratamos.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

En la provincia de Lérida se reduce el sistema á una manchita que asoma en la parte baja del valle de Arán, recortada por el grani-

(1) *Etude stratigraphique des Pyrénées*, pág. 3.

A causa de su mica, tienen colores obscuros en la Conca de Ransol, el Prat, Meritxell y otros puntos de Andorra, y son blanquecinas entre la Borda de Sorteny y el Cap dels Graus de la Sarrera en el mismo valle.

Talquitas.—Son gris-amarillentas con vetas y manchas parduzcas y bastante cuarzo, interpuesto á Poniente de Carrillo; cuarzosas y muy brillantes en la confluencia del Montené con la ribera de Ordino; pasan á pizarras silíceas cerca de la ermita de San Antón; son satinadas, blanquecinas y están atravesadas por finas vetillas de cuarzo en los barrancos de Segudet y de Casamanya, y tienen variados caracteres entre Ordino y Sornas, junto al estanque de la Conca de Ransol y otros parajes del valle de Andorra.

Filitas.—Son macliferas en la Plana del Grau y el barranco de la Massana, junto á Ers; talcosas en el barranco de Anyós, Sispony y Coll de la Gotella; micáferas en la montaña de Sorteny, barrancos de Segudet y de Casamanya y Cap dels Graus de la Sarrera, y parecidas á éstas las hay en las manchitas de la provincia de Gerona, sumando pequeños espesores en Puerto la Selva y sobre los lagos de Carransa, junto á la frontera.

Cuarcitas.—En el llano que media entre Rosas y Cadaqués asegura el Sr. Vidal que se hallan en la base del gneis.

Pizarras cuarzosas.—Alternan con las micacitas en los sitios mencionados, y pasan á cuarcitas veteadas en los lagos de Carransa, cerca de la frontera, y en Puerto la Selva, donde son hojosas y onduladas.

Caliza.—La principal faja de caliza arcáica de esta región asoma entre el gneis, á siete kilómetros de Rosas, junto al mar, por el lado de Cadaqués, donde mide más de 100 metros de espesor, y se intentó explotar como mármol, de grano fino y fondo blanco manchado de negro. Las zonas completamente blancas son raras.

Al N. del cabo de Creus, cerca de Puerto la Selva, hay otra faja mucho más estrecha entre pizarras micáceas y silíceas. La caliza es de grano grueso, blanca, con vetas negruzcas.

Entre Set Creus y la fuente del Freser forma parte de la mancha

internacional del Puigmal otra faja estrecha de caliza blanca sacaroide, notable por llevar implantados cristales de couzeranita.

Una hilada de caliza se intercala entre las micacitas de la sierra de Osor y del torrente Gironella, inmediato á ésta.

ESTRATIGRAFÍA

El tramo inferior del estrato-cristalino falta, á lo que parece, en la región pirenáica, donde los gneises se intercalan entre filadios, calizas y cuarcitas, que, según afirma el Sr. Vidal [1], les dan el carácter de la formación huroniana, ó sea el arcáico superior. «Pero sin dejar de reconocer, agrega, que entre el gneis del cabo de Creus, en el extremo oriental de los Pirineos, y el de los alrededores del Puigmal, hay bastante diferencia, no es lícito afirmar que uno sea más antiguo que el otro mientras no se hagan en ambas localidades estudios comparativos muy detenidos.»

No es grande, por regla general, la inclinación de los estratos arcáicos en los Pirineos. Entre Rosas y el arroyo de la Oliva sólo inclinan 40° al SO.; pero las calizas cerca de la costa de Cadaqués, intercaladas en el gneis, están casi verticales.

ARTÍCULO III

REGIÓN DEL NOROESTE

Los profundos trastornos que el suelo de Galicia ha experimentado, borraron mucho la estructura de los materiales arcáicos, cubiertos además por rica vegetación en muchos montes; pero ocupan tantos kilómetros cuadrados de extensión, que no es difícil en conjunto apreciar sus caracteres y diferencias.

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XIII, pág. 216.

Las manchas estrato-cristalinas se alínean al NO.; pero sus bancos se plegaron al NE., distinguiéndose tres horizontes: el inferior, que se muestra al SO. en cortos trechos; el medio, del gneis micáceo, y el superior, de las talquitas y pizarras cloríticas.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Manchas de Vigo.—Al N. de la desembocadura del Miño, como prolongación de una dilatada mancha estrato-cristalina que toca á Braga en su extremo SE., encaja igualmente en el granito una faja alineada N. á S., que desde la ría de la Guardia, al E. de la Urla, avanza hasta la punta Lameda, entre Bayona y las vertientes occidentales del monte Galiñeiro.

Pasada una pequeña interrupción granítica al N. de la ría de Vigo, reaparece el sistema en otras dos manchitas, una entre Bértola y Vilaboa y otra en Santa Cristina. Al E. de Vigo y del lado izquierdo de su ría, hay otra mayor en Redondela, que termina en punta, junto á Porriño, casi toda á P. de la vía férrea de Vigo, al NO. de cuya ría el granito de Cangas deja intercalada otra menor. Suman todas 128 kilómetros cuadrados.

Manchas de Pontevedra.—Al N. de las anteriores, igualmente encajadas en el granito, hay cerca de Pontevedra otras varias.

Circunscrita al N. por los aluviones de Caldas de Reyes y al S. por la ría de Pontevedra, una fajita se prolonga al S. de esta capital en los términos de Bora y San Martín, y más á P., entre la punta de Cabicastro y la isla Grave, hay otro isleo que constituye la península en que están edificados Portonovo, Sangenjo y Noalla, limitado al E. por el granito.

Tres manchitas rodeadas por la misma roca hipogénica hay al NE. de Pontevedra cerca de Caldas de Reyes; otra muy pequeña entre este pueblo y Padrón; otra mayor en Lamas, Lage y Gargantans, que llega hasta cerca del rio Lérez, y otra que desde las márgenes de este último se señala corto trecho al E. de San Jorge de Sacos. A

corta distancia al SE. de La Estrada, asoma otra en cuyo centro se halla edificado Vinseiro. Asciende á 102 kilómetros cuadrados la superficie de todas ellas.

Mancha de Lalín.—Enclavada enteramente en el granito y oculta en una pequeña parte por masas aluviales al N. de Lalín, existe una mancha cuya mitad corresponde á la Coruña y la otra mitad á Pontevedra. Su extremo SE. llega á las márgenes del Arenteiro hasta Carballino; su extremo SO. ocupa gran parte de la sierra de Suido; una prolongación puntiaguda penetra al NO. hasta Souto, al S. de la Estrada; otra prolongación parecida se acerca por el N. á las márgenes del Deza, junto á Martije, y por NE. se dilata en un apéndice que casi toca la izquierda del río Arnego por los términos de Moimenta, Alperiz, Maceira, Castro, Alceme y Mosteiro. La superficie de esta mancha es de 684 kilómetros cuadrados.

Mancha de Santiago.—La mancha estrato-cristalina más extensa del NO. y tal vez de toda España, es la que desde las inmediaciones de la capital de Galicia comprende más de la mitad de la provincia de la Coruña, ramificada en varios apéndices por sus contornos sumamente irregulares, á causa de los muchos entrantes, salientes é isleos con que la recortan é interrumpen las rocas hipogénicas. Éstas la limitan al NO. entre Carballo y Negreira, acercándose una parte á la ría de Lage en Nantón y Anos, á los montes de Bujantes en Baos y Corzón, próximo á Noya en Campolongo y tocando el río Tambre en San Román. La mancha principal figura un golfo entre el granito al O. de Santiago, desde cuya ciudad la línea de separación de ambos terrenos se dirige al SE. hasta Dornelas, quedando dentro del estrato-cristalino, además de este pueblo, los de Castro, Gres, Añobre y Obra, á la izquierda del río Ulla, en la provincia de Pontevedra. Pasado un entrante granítico que avanza hasta al N. de Piloño, todavía corresponden á la misma los términos de Ollares, Carbia, Cumeiro, Sabrejo, Tuiriz, Larazo é Iusúa, total ó parcialmente estrato-cristalinos, y por donde sigue el límite S. de la mancha.

Sumamente difíciles de detallar son los límites de la misma por el

SE., donde rodeadas y recortadas muy sinuosamente por las rocas hipogénicas, se descubren las estrato-cristalinas en los términos de Barazón, Serantes, Vimianzo, Mellid, Oleiros y Villamor de la Coruña, Hérmora, Cuiña, Remonde, Salaya, Ulloa, Filgueira, Camino y otros inmediatos de Lugo. Al NE. de Mellid, entre las manchas graníticas de Betanzos y de Lugo, hay un istmo estrato-cristalino que sigue por las márgenes del Furelos hasta su nacimiento, prolongándose más al N. por los confines de las dos provincias citadas hasta las vertientes meridionales de la sierra de la Loba, donde la limita una extensa mancha cambriana que separa aquélla de la de Villalba.

Más irregulares son todavía los contornos ó linderos septentrionales de la gran mancha estrato-cristalina de Santiago que, estrechada entre el granito al S. de Betanzos, se bifurca en un estrecho y prolongado seno por una fajita cambriana que desde Betanzos llega hasta cerca del Ferrol. Al NE. de este último se desarrolla un grande apéndice septentrional hasta Ortigueira, que toca al mar entre Espasante, al E. del mismo puerto, hasta la ría de Cedeira, y avanza entre las aguas en los cabos Ortegal y de los Aguillones. La misma mancha sigue por la costa al S. del Ferrol entre Puentedeume y la Coruña, terminando por fin entre Betanzos y Órdenes, al S. de la capital, otra extensa dilatación septentrional. La granítica que hay entre Órdenes y Carballo la separa del apéndice del NO. de que hablamos.

Centenares de pueblos y aldeas están edificados en la mancha, cuya superficie no baja de 3155 kilómetros cuadrados.

Manchas de Noya.—Entre la ría de Muros y la de Arosa hay dos manchas entre el granito, alineadas de N.NO. á S.SE. La menor y más occidental comienza en la primera de esas rías junto á Son; pasa por Rivasieira, sin llegar á Caramiñal, por interponerse la roca hipogénica, y la mayor cruza desde Noya hasta Rianjo sobre la derecha de la ría de Padrón. Al N. de Noya existe otra manchita próxima á la dilatación NO. de la principal, cerca de la desembocadura del río Tambre, por los términos de Tarás, Arzón y Entines. La

superficie total de las tres manchitas es de 170 kilómetros cuadrados.

Otras manchas de la Coruña.—Además de las anteriores, hay otras pequeñas en la provincia de la Coruña que rápidamente vamos á enumerar.

Al N. de Carballo se alinea de O. á E., desde la ría de Lage hasta tocar el mar entre Cayón y la Coruña, una limitada en todo rumbo por el granito, cubierta en Carballo por una fajita diluvial prolongada al NO. hasta Malpica, el cabo de San Adrián y las islas Sisargas. Al S. de Carballo reaparecen las mismas rocas, apenas separadas por el granito de las idénticas de la mancha principal; al E. de Lage hay otra fajita insignificante alineada N. á S., tocando en la izquierda de su ría, y más al SO., entre Soesto y Nande, hay otra todavía menor. Entre el Eume y la sierra de la Loba, comprendida entre granito y cambriano, asoma en Gestoso otra manchita, y en total miden todas ellas 148 kilómetros cuadrados.

Manchas de Lugo.—La mancha más septentrional de la provincia de Lugo toca al mar entre Sargadelos y la ría de Foz, que la limita por el E., limitada al S. por una fajita cambriana y al O. por el granito. Más á P., entre las rías de Vivero y del Barquero, hay otra fajita que pasa por Negradas y Suego, limitada al N. por el granito y al S. por el cambriano, asomando entre la roca hipogénica otras manchitas muy pequeñas al N. de Vivero sobre la derecha de su ría.

Alineada de N. á S. con un codo que se encorva hasta Sarria en su extremo meridional, hay una mancha alargada en más de 90 kilómetros y que mide 948 cuadrados de extensión desde las vertientes del Gistral hasta Cervela y Cubela, lugares que median entre Sarria y Monforte en la vía férrea de la Coruña. Esta es la mancha principal de Lugo, en cuya ciudad la cubren parcialmente una manchita pliocena y otra diluvial. En su límite septentrional la limita el granito de la citada sierra del Gistral, y por el O. la cubre el cambriano desde cerca de Trijoa hasta el término de Lousada y desde Cadamil á Baamonde, al SE. de cuyo pueblo una manchita aluvial cruzada por el ferrocarril de la Coruña la separa del granito. Siguiendo las már-

genes del Miño, ó no muy lejos de ellas, continúa más al S. la línea que la separa del granito desde Viris á Lugo, donde se estrecha mucho, adquiriendo nuevo ensanche al SO. de la ciudad hasta Pradero, y á partir de este pueblo la limita el cambriano por el SO., S. y SE. hasta cerca de Sarria, donde otra mancha pliocena y otra cuaternaria circunscriben con el granito su terminación meridional. Los confines orientales son igualmente sinuosos y complicados. Entre Villalba y Mondoñedo la oculta el cambriano, desde el término de Montouto hasta el de Moncelos; desde éste á Mosteiro, no lejos de Otero del Rey, al N. de Lugo, la limita una gran masa aluvial; entre dicho Mosteiro y su terminación en su extremo acodado de Sarria se interpone el granito, sin más excepción que la manchita diluvial que hay en el mismo Lugo y que hace en ella un seno por el lado de Levante y una estrechez en los otros rumbos.

Más próxima á la mancha principal de la Coruña que á la anterior hay otra pequeña que se extiende entre Prado y Friol por el N., Mosteiro y Berbetoros por el S., en cuyos términos la limita el cambriano, tocándola al NE. los aluviones de Limas y el granito en los demás rumbos.

Al S. de la anterior y á P. de la principal de Lugo y del río Miño, asoma entre el cambriano un islote estrato-cristalino, en que están edificados Salgueiros, Gonzar y Castromayor, en la divisoria de dicho río y el Ulla; al S. de la anterior hay una muy larga y tan estrecha que en pocos sitios tiene más de 500 metros, alineada de N. á S., desde Lodoso hasta Muradelle, al NO. de Chantada, y, por fin, al S. de esta población, limitada al N. por aluviones y en los demás rumbos por el granito, hay otra manchita que se extiende desde Viana á Campo Ramiro.

La extensión superficial de todas estas manchas es de 1100 kilómetros cuadrados próximamente.

Mancha del Sil.—En la última parte de su curso hasta su desembocadura en el Miño, cruza el Sil una mancha sumamente irregular en sus contornos, la tercera parte de la cual corresponde á la provincia de Lugo y el resto á la de Orense. Al N. y NO. la limita el

granito, el cual la estrecha mucho por donde la atraviesa el Miño; entre Santa Eulalia de Esgos y Baños de Molgas la ocultan masas diluviales y aluviones; en su extremo SO. la toca otra vez el granito y la circunscribe por el S. el cambriano de San Mamed, el pico Seixo y la sierra de Queija. A través de los montes del Invernadero se desprende de ella una estrecha fajita alineada al SE. hasta las márgenes del Bibey, al S. de Bembibre. Los límites orientales de esta mancha son muy historiados. Al NE. la toca el siluriano por las márgenes del Sil, junto á Tronceda; desde el S. de este pueblo hasta Forcas la limita el granito; la cubre en este término, en Seoane, Vello y Marrubio una mancha diluvial que rodea el islote granítico de Nogueira, y desde dicho Marrubio hasta los montes del Invernadero y su terminación al S. de Bembibre otra vez la cortan las rocas hipogénicas. Su extensión es de 680 kilómetros cuadrados.

Otras manchas de Orense.—En la parte occidental de la provincia de Orense existen otras varias manchas, algunas de muy pequeñas dimensiones. La mayor, alineada de E. á O., se extiende entre Celanova y La Cañiza (Pontevedra), limitada en su tercio medio de la línea del N. por el cambriano y en el resto por el granito; más al E. hay otra al S. de Urros, no lejos de Allariz, y al S. de esta población otra algo mayor en que se halla edificado Graña.

Al O. de Ribadavia queda á la derecha del Miño otra manchita entre Quines y la Arnoyta; entre Ribadavia y Bentraces, rodeada igualmente de granito, hay otra fajita alineada de E. á O., y al NO. de Orense tocan la derecha del Miño otras dos en los términos de Punjín, Trasalba, Untes y Canedo.

Al E. de la laguna de Antela hay otra faja estrato-cristalina limitada al O. y N. por el granito, al E. por el cambriano y terminada al S. en una punta aguda que avanza hasta Nocedo, al N. de Verín. No lejos de la misma, al SE. de San Juan de Laza, asoma entre el cambriano un islotito redondo.

En los confines del SO. de esta provincia y Portugal aparecen otras varias manchitas: una comprendida entre la sierra Laboreiro y el río Lima; otra en la sierra de Jures, sita en la frontera, y otra no lejos

de ella, rodeada, como las otras dos, enteramente por el granito al O. de Calvos de Randín. Mayor que las tres anteriores reunidas es la de la sierra de Larouco, limitada al N. por los aluviones que rodean el diluvial de Ginzo de Limia. Más al E. se encuentra otra pequeña en Montes, y al SE. de Verín otra mayor, limitada al N. por el cambriano, al O. por el diluvial y en los otros rumbos por el granito. Por fin, la carretera de Verín á La Gudiña cruza al NE. de Santa María de Ríos otro islotillo cercado por el cambriano. Suman en total estas manchas una extensión de 456 kilómetros cuadrados.

Manchas de Viana del Bollo.—Varias manchas estrato-cristalinas existen en el extremo SE. de Galicia: la mayor es de contornos sumamente irregulares por la intrusión de algunos islotes hipogénicos que la recortan y subdividen en diversas ramas. Al NE., la cerca el cambriano, penetrando una fajita larga y sinuosa por la sierra de Moncalvo, en la provincia de Zamora, hasta terminar al S. de Vigo; la sierra Segundera la circunscribe al SE., formando un arco cuya convexidad mira al N.; al S. avanza un golfo hasta Villanueva de la Sierra; al SO. la toca el cambriano de la sierra Seca en una longitud de seis kilómetros, y por el O. confina con el granito.

Aneja á la anterior, rodeada de granito á N. y L. y del cambriano en los otros rumbos, por las márgenes del Tuela asoma otra manchita muy estrechada en Castrelos, donde está su parte media, llegando á Chanos y Lubián por un lado, hasta cerca de Hermisende y Tejera por el otro, siendo de tres kilómetros su mayor ancho. Más al S. de Hermisende hay otra que por el lado de Zamora apenas llega á tres kilómetros cuadrados de extensión. Asciende en total su extensión á 346 kilómetros cuadrados.

PETROLOGÍA

Esta es una de las regiones donde más variada se presenta la composición del sistema, tanto por el número de especies, cuanto por los diversos matices, combinaciones y tránsitos que ofrecen entre sí.

Gneis granitoideo.—El gneis granítico ó granitoideo se intercala entre el granito de diversas localidades, tales como en la Ulloa al N. de Villalba, en las cercanías de Vigo, etc.

Ejemplares perfectamente bien conservados de las inmediaciones de Redondela, fueron examinados al microscopio, en sección transparente, por el Sr. Mac-Pherson [1], resultando ser de textura cristalina y de grandes elementos, con dos variedades de mica: una blanca, escasa, en placas desigualmente repartidas, que empastan hebras de la otra, que es obscura, y ambas correspondientes á la biotita. Algunas hojuelas están parcialmente convertidas en clorita verde mar; otras se llenan de partículas opacas de óxido de hierro; otras generan agujitas de rutilo, en cuyo contacto se decoloran. El feldespato ortosa se presenta bien conservado en cristales de contorno irregular, acompañados de otros mucho más pequeños de oligoclasa. Abúnda el cuarzo en grandes placas granitoideas de extinción homogénea, aunque en algunos sitios afecta la granulítica, y con mucha frecuencia encierran gránulos de idéntica substancia, repartidos sin orientación fija, circunstancia que se nota además en el feldespato. Empasta el cuarzo laminillas de mica, numerosos cristalillos de apatita, otros de zircón y muchas burbujas, la mayor parte fijas.

Entre el gneis micáceo y las anfibolitas de la sierra Capelada, se intercalan gneises granitoideos que, examinados al microscopio, presentan los siguientes caracteres: la ortosa es de contornos desgarrados en variable estado de conservación, según los ejemplares; su plagioclasa se halla en formas regulares; la muscovita se asocia á la biotita, raras veces transformadas en productos ferríferos y en agujitas de rutilo; varía mucho la cantidad en que entra el anfibol, generalmente en cristales pequeños verde yerba obscuro, de intenso dicroísmo, y más constante es el granate en fragmentos irregulares, desigualmente diseminados, de color rojo subido. El cuarzo que empasta todos estos elementos es granulítico en su mayor parte, rico

(1) *Descripción petrográfica de los materiales arcáicos de Galicia. An. Sociedad Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI, pág. 167.

en inclusiones que á veces se moldean en la forma diexaédrica. La titanita en trozos irregulares y el rutilo en cristalillos, son los elementos accidentales más constantes, á los que se agrega, con profusión en algunos sitios, la epidota en trozos alargados incoloros en su centro y amarillentos en sus bordes.

Examinado al microscopio el gneis amigdaloide del monte del Castro de Vigo, cuyos nódulos de ortosa están compuestos por la unión de dos cristales, se observa que el feldespato, bastante descompuesto y turbio en extremo, es de contornos desgarrados y encierra muchos trozos de mica verdosa obscura, y que el cuarzo, de forma lenticular y de textura granitoidea, encierra muchas inclusiones líquidas. Estas se orientan normalmente á la dirección de los estratos, y no se limitan á una sola placa de cuarzo, sino que la misma fila pasa de una á la siguiente, cortando las zonas, ricas en mica, intermedias.

Entre los varios gneis amigdaloides de la provincia de Zamora, merecen citarse el de Villanueva de la Sierra, que no debe su aspecto porfiroide al feldespato, como es lo general, sino al tamaño y abundancia de su cuarzo; el que hay cerca de Lubián al pie de la sierra Segundera, muy cargado de mica, de cuarzo hialino y feldespato blanco, entre Carrascal y San Román, en que es turmalinífero, así como las micacitas que se le asocian.

Gneis micáceo.—El gneis común ó micáceo es una de las rocas más abundantes de Galicia, habiéndose examinado al microscopio diferentes ejemplares, cuya íntima composición vamos á reseñar.

De las dos variedades de gneises del tramo medio, el simplemente micáceo y el granatífero, la segunda domina en el N. de Galicia y la primera en el E. y SO. del país. En ambas entran por partes próximente iguales la mica blanca y la obscura; pero hay en las cercanías de Santiago algunas capas en que domina exclusivamente la blanca. Estos gneises son en unos sitios hojosos y en otros relativamente compactos.

En el gneis del Carril, que es relativamente compacto, abunda más la mica blanca que la obscura; el cuarzo y el feldespato se alar-

gan en masas estiradas en el sentido de la estratificación, ó se muestran en nódulos de tamaño considerable, como sucede en Jubia, donde éstos se destacan del fondo obscuro rico en mica, semejándose á los que llaman los alemanes *augengneis*.

Algunos gneises de la sierra Capelada y de otras partes son de pasta obscura muy micácea con cristalillos de feldespato y cuarzo, entre los cuales se desarrollan grandes cristales de ortosa orientados paralelamente á la estratificación. Otros están constituidos por una pasta muy tenaz y compacta, mezcla de cuarzo y feldespato, con fajas obscuras de mica en un estado de muy tenue división. Otras veces la textura se hace tan hojosa que es muy difícil distinguirlos de las micacitas, con quienes alternan.

Según una interesante nota del malogrado profesor Quiroga [1], el gneis del valle Miñor, en la provincia de Pontevedra, corresponde á dos variedades diferentes en edad y composición: el que desde Bayona y cabo Sillero se extiende por todo el macizo de la Grova, que es micáceo y más antiguo, y el del monte Galiñeiro, que es anfibolífero. El primero, casi vertical, es una roca feldespática y granitoidea, tanto por su textura, cuanto por las formas redondeadas que afecta al descomponerse por los agentes atmosféricos. Más bien que glandular es lenticular; encierra algunos granates y á veces es muy abundante la mica, por cuyos caracteres le considera Quiroga como del horizonte arcáico medio de la clasificación del Sr. MacPherson.

Uno y otro gneis tienen dos micas, negra y blanca, en proporciones casi iguales, constituyendo la primera nidos y lentejillas, mientras que la segunda se esparce por igual en toda la masa. El feldespato dominante es la microlina; la oligoclasa es sumamente rara, y una de sus principales diferencias consiste en su textura, francamente granítica en los primeros, más fajeada en los segundos. En éstos el ortosa no se halla tan alterado, y escasean más la apatita y el zircón. En ninguno de ellos conserva la ortosa sus contornos, y

(1) *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXI, pág. 98.

es raro se halle en maclas de Carlsbad. El cuarzo es rico en inclusiones.

El gneis micáceo de San Cosme, algunos de la sierra Capelada y el del Carril, tienen una cantidad considerable de cristales de plagioclasa, siendo de gran tamaño los de la primera localidad, correspondientes á la microlina, y pertenecientes á la oligoclasa los de los otros sitios.

En las cercanías de Santiago hay un gneis en capitas alargadas blanquecinas y rosadas con mica blanca, muy parecido al de Castromayor; pero el último elemento, á pesar de su color, no es moscovita, sino biotita, según advierte el Sr. Mac-Pherson [1]. Al microscópico esta roca muestra estar constituida por un agregado de trozos irregulares de ortosa, cuarzo granulítico y mucha mica, percibiéndose algunos trocitos de microclina.

El gneis micáceo granatífero asoma en masas considerables en el N. de Galicia, y se intercala en la sierra Capelada en bancos de diverso espesor entre otros de anfibolitas. Unos carecen en absoluto de mica blanca y otros la tienen en gran cantidad. Es general que su feldespato se refiera á la ortosa; mas por excepción, junto á Cariño, cerca del cabo Ortegal, hay una variedad cuyo feldespato es la plagioclasa, de grano tan fino, que parece la roca una micacita.

Entre los elementos accidentales de los gneises de la sierra Capelada, el más importante es el rutilo, á veces en cristales y fragmentos de tamaño considerable, y se encuentran además trozos de un mineral amarillo verdoso que parece titanita y numerosos gránulos negros y opacos de magnetita ó de hierro titanado.

En la provincia de Lugo sólo se presenta el gneis, según Barrois [2], en capas delgadas, de 20 á 50 centímetros, intercaladas en las micacitas de Goiriz y Villalba y las pizarras cloríticas superiores de Castromayor. En este último punto está formado de feldespato blanquecino estriado, cuarzo y mica blanca ó verde muy clara, con ab-

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV, pág. 175.
(2) *Recherches*, pág. 398.

soluta carencia de oligisto, y en los otros dos parajes se asocia la mica negra á los tres elementos citados. Al microscopio se percibe que sus elementos se resuelven enteramente en cristales irregulares desigualmente distribuídos, habiendo sitios en que la roca es más cuarzosa y otros en que es más feldespática. Lo mismo sucede con el tamaño de los granos, que es muy desigual hasta en un mismo ejemplar.

La moscovita del gneis de Castromayor tiene una disposición flabeliforme, fijándose sus haces por un extremo en un cristal de feldespato. Predomina la oligoclasa en gruesos cristales transparentes compuestos de 50 á 60 láminas generalmente macladas, según la ley de la albita. Los de ortosa son grandes, de bordes carcomidos y más ó menos alterados, y el cuarzo se ofrece en granos irregulares de variable tamaño, erizado de asperezas puntiagudas, con inclusiones líquidas fijas muy diminutas.

En el gneis de Goiriz abunda la microclina bien conservada y mezclada con otros cristales pequeñitos de oligoclasa, y su cuarzo se halla, como en el anterior, en dos estados: de corrosión en granos angulosos y exagonales y en granos granulíticos irregulares que envuelven prismitas alargados, rodeados en sitios de un polvo finísimo indeterminado.

En los Chanos de Anta y en Moncalvo se asocia á las micacitas un gneis de especial aspecto parecido á las grauwackas sericíticas cambrianas, constituido por ortosa blanca en granos redondos y alargados, cuarzo en cristalillos imperceptibles á simple vista y mica agrisada, amarilla y negra, ésta muy abundante.

También alterna con las micacitas el gneis de varios sitios entre Santiago y la Coruña, entre Santiago y Sobrado, en el término de Montes, etc., ofreciéndose numerosos tránsitos entre ambas rocas.

Las particularidades más notables del gneis común por la parte de la provincia de Zamora son las siguientes: en la laguna de Lacillos es muy pizarreño, pobre en mica blanca y bastante descompuesto; en Porto tiene mucha mica magnesiana y poco cuarzo en

granillos amarillentos, y en Pias es sumamente escaso de mica y de feldespato.

El gneis de la parte superior del río Tera tiene abundante biotita muy bien conservada en agrupaciones fajeadas; hay algo de moscovita muy limpia; el feldespato se halla muy alterado, y su abundandante cuarzo, casi todo granitoideo, es rico en inclusiones, algunas de burbuja móvil.

Del anterior difiere el gneis de la base de la sierra Segundera por su mayor abundancia de mica blanca impregnada de productos ferríferos y cloríticos, y por encerrar agujitas de rutilo y de apatita.

Siguiendo la carretera de Santa Marta al Ferrol, entre Jubia y San Saturnino, hay un gneis granatífero, de pasta pardo-tumbaga, en la cual, además de los tres elementos, existen numerosos granates en fragmentos irregulares y corroídos. Examinada la roca al microscopio en secciones delgadas, sus cristales blanco-azulados de feldespato, que se agrupan en riñones, suelen ser de perfecta conservación; el cuarzo, en grandes fragmentos irregulares y retorcidos, es claro, diáfano, contiene dendritas en sus caras de fractura y diminutas inclusiones de burbuja móvil; la mica, de color pardo rojizo, está en pequeñas hojuelas plegadas y acumuladas entre los otros elementos. El granate es rico en inclusiones de rutilo y de burbuja fija. Hay además algunos trozos de mica blanca, y en su magma, formado de cuarzo y mica, se distinguen fragmentos de magnetita y prismas apuntados de apatita.

Al S. de Vigo y de la Virgen de la Guía se prolonga el gneis con glaucófano por el monte Galiñeiro (690 metros), hasta terminar en el granito de San Julián, desarrollándose en el pintoresco valle de Miñor. Estudiado al microscopio por Quiroga [1], resulta constituído igualmente de ortosa, oligoclasa, microclina, anfibol, titanita y cuarzo. La ortosa, en individuos de desigual tamaño, encierra algunos trozos y prismitas de glaucófano; la oligoclasa más escasa en granos, maclados según la ley de la albita, y la microclina más abun-

(1) *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXI, pág. 107.

dante, á veces en individuos tan grandes como los mayores de ortosa. El anfibol corresponde á dos variedades: una con el pleocroísmo del glaucófano, que en luz refleja se muestra aislado con el color negro azulado de la magnetita, y otro verde amarillento, apenas pleocróico, que es un tránsito del glaucófano á la hornablenda, formado de lentejuelas delgadas y largas. Ambos están incluídos en el cuarzo y acompañados de granillos cuneiformes de titanita y cristalitos redondos de zircón.

En el gneis de glaucófano de San Lorenzo se descubren al microscopio hojuelas de mica pardo-rojiza de dicroísmo bien marcado.

Gneis anfibólico.—Es relativamente escaso en Galicia, pues sólo se halla en la sierra Capelada y en las rías de Vigo y del Barquero. En esta última localidad es muy rico en mica y anfibol, destacándose del fondo obscuro de estos dos elementos el blanco mate de sus cristales de feldespato y de cuarzo, este último menos abundante que los otros. Corresponde el feldespato á las dos variedades de ortosa y plagioclasa, sin gran diferencia en el tamaño de los cristales de ambos; la mica es la biotita; el anfibol tiene color verde botella, y abundan los prismas cortos de apatita terminados por una pirámide.

En la prolongación meridional de la sierra Capelada, entre Santa Marta de Ortigueira y el Ferrol, se asocia á las anfibolitas un gneis anfibólico formado de bandas alternantes blancas de cristales de feldespato y gránulos de cuarzo y obscuras, formadas por los mismos elementos mezclados con mica y anfibol. Toda la roca está salpicada de granates de color rojo y titanita de color de miel, y de su examen microscópico resulta que sus grandes trozos de ortosa son muy limpios y de la más perfecta conservación: su cuarzo, notable por la abundancia de inclusiones de gran tamaño, la mayor parte líquidas de burbuja fija; su mica en numerosas partículas diminutas y con caracteres semejantes al lepidomelan; su anfibol en trozos de tamaño mediano, contorno irregular, color verde botella, dicroismo muy intenso y con los habituales planos de crucero, según las caras del prisma ∞ P. Embutidos entre la mica y el anfibol ó diseminados en los demás elementos, hay trozos irregulares de titanita amarillo-rojiza.

Otras variedades de gneis.—Entre otras muchas variedades de gneis, citaremos, por fin, el muy feldespático de Agualada, entre Coruña y Camariña; el talcoso de Vilar de Ciervos; el fino-granudo de Porto Cabo, cerca de Cedeira, de la Gudiña y Navallo, que parece una leptinita; el maclífero de los montes de Santo Tomé, al O. del Valle del Oro, donde es gris obscuro; el sericítico y turmalinífero de los yacimientos de estaño de Presqueiras, Couso de Avión, Doade, etc.

Cerca de Vilaseco hay una manchita en que el estrato-cristalino está representado por gneis cloritífero verdoso, variedad que también existe en Bergantiños, Pardesoa de Montes, entre Narón y Soengas, al N. de Chantada, al O. de la Rua de Valdeorras.

Micacitas.—Las micacitas de la provincia de Lugo, tomando como tipo fundamental las de Villalba, se componen de dos micas, ortosa, plagioclasa y cuarzo en dos estados diferentes, con granate, zircón, oligisto y esfena. La mica blanca en hojuelas aisladas de uno á cinco milímetros; la negra, mucho más abundante, con frecuencia alterada.

Examinados al microscopio, aparecen enteramente cristalizados los elementos de estas micacitas, careciendo de magma vítreo ó amorfo. La mica negra, esparcida sobre los otros minerales, rara vez tiene contorno exagonal completo; está salpicada de granillos ferruginosos, de granate y de esfena; los feldespatos carecen de orientación y de contornos regulares; abunda la ortosa, clara, transparente ó cubierta de un polvo talcoso, con pequeñas inclusiones de mica y muchas playas redondeadas de cuarzo de corrosión; escasea el feldespato triclínico, sin contornos cristalinos, de pocas y anchas láminas polisintéticas, y en cambio abunda el cuarzo en granos irregulares, fisurados en todos sentidos, ricos en inclusiones líquidas desigualmente repartidas y con granillos de oligisto y de zircón.

A la salida de Foz para Vivero se asocia á las cuarcitas una micacita obscura con muchas hojuelas de mica blanca, de lustre entre graso y nacarado, mezclada con otra de color castaño verdoso y con clorita. Abunda el feldespato, y el elemento que presta carácter especial á la roca es la apatita, muy abundante, en prismas cortos y gruesos bastante diáfanos. En nidos ó geodas se ven también cris-

tales de rutilo amarillo; hay algunos de titanita, y el cuarzo de la pasta es granulítico.

Asociadas á las talquitas, encontró Schulz otras micacitas en Montes, Deza, las Mariñas de la Coruña, Betanzos, Ferrol, sierra de Jallas, región oriental del Tambre, al O. de la ría de Foz y en las cercanías de Lugo, donde algunas variedades se dividen en grandes losas.

En Santa Marta de Ortigueira las micacitas son granatíferas, muy ricas en estaurótida, no escasas en feldespato, generalmente muy lustrosas, ya de textura hojosa, ya en lechos tabulares de relativa compacidad, variando sus colores del amarillo dorado al pardo amarillento. Examinadas al microscopio las compactas, tienen aspecto gneísico, con mica obscura, en trozos irregulares, mayores que los de la blanca, procedente por epigénesis de la primera, pasando á veces por otra variedad verde intermedia. Los cristales de estaurótida suelen estar rotos en sus extremos, de color amarillento, bastante dicróicos, con pocas inclusiones de rutilo, hierro titanado y magnetita, que á su vez engloba algún cristal de granate, substancia abundante en el resto de la masa. Los cristales de ortosa son simples, y los de plagioclasa algo más pequeños y agrupados según la ley de la albita. Aunque muy escasos, se hallan también algunos trocitos cristalinos que parecen de distena; en cambio abunda el rutilo, principalmente incluído en los granates, y el cuarzo que empasta á todos los elementos es granulítico ó granitoideo, rico en inclusiones.

Las micacitas ordinarias abundan en casi todas las manchas de Zamora, siendo ocioso citar centenares de localidades; y por su descomposición muy intensa varios vallejos están rellenos de arcilla roja muy micáfera.

Como ejemplo curioso de descomposición de las micas en las micacitas, cita el Sr. Mac-Pherson la de Redondela, reducida á un esqueleto formado por agujas de rutilo macladas y entretejidas en tupida malla.

Micacita turmalinífera.—Las turmalinas de las micacitas de Requeijo son pequeñas, hemimórficas, terminadas por un romboedro

en un extremo, asociándose á ellas una mica verde clara, dicróica, orientada á través de los planos de junta en vez de alinearse paralelamente á ellos.

Micacita chiastolítica.—En Zamora sólo se presenta en contacto de las masas graníticas de los confines de Galicia y Portugal, siendo notables las del SO. de Tejera.

Anfibolitas.—Las anfibolitas, así como las pizarras cloríticas del Norte de Galicia, pueden dividirse en dos grupos: uno caracterizado por la presencia de la epidota, que predomina en el extremo septentrional del país, y otro en que existe la piroxena que abunda en las cercanías de Santiago.

Según observaciones micrográficas del Sr. Mac-Pherson, las variedades epidotíferas están constituidas por grandes placas de anfibol verde botella, estriadas longitudinalmente y cercadas de productos ferruginosos; la epidota es casi incolora, y sus fragmentos se orientan paralelamente á las caras de estratificación; apenas existen en aquéllas cristales de rutilo; en cambio, abunda la titanita; la oligoclasa, en placas irregulares, está constituída de numerosas laminillas hemitrópicas limpias y diáfanas, y el cuarzo cementa á todos los elementos con sus caracteres habituales.

En las anfibolitas de Santiago hay grandes trozos de piroxena diallágica de color verde mar muy claro, que con frecuencia se convierte en hornablenda que la envuelve, verificándose uno de los frecuentes casos de uralitización tan comunes en las rocas piroxénicas. Pero es curiosa y singular la manera de efectuarse la transformación de un mineral en otro, pues en vez de verificarse por los planos de crucero, como generalmente acontece, mientras en uno de los bordes se presentan los caracteres del anfibol, por otros lados conserva los de la piroxena. Otras veces se hace el cambio en manchas irregulares, sin guardar regla fija.

Abundan en la provincia de Lugo las anfibolitas granatíferas blanco-amarillentas, compuestas de una mezcla de feldespato estriado y granos de cuarzo que envuelve cristales verdes de anfibol de tres á cuatro milímetros, elegantemente agrupados en rosetas, con otros rojizos

algo menores de granate rojo amarillento. Así se observan entre las micacitas de Goiriz y Parrocha, cerca de Villalba, en las pizarras cloríticas verdes de Goután, Candía, Castromayor, Peto, Robra, etc. Las de Goiriz contienen junto á los cristales de actinota granos birrefringentes de polarización brillante que recuerdan los caracteres de la epidota y derivados de aquélla.

Abunda más el feldespato en las anfibolitas de grano grueso de Parrocha y Goiriz que en las fino-granudas de Candía, donde es triclínico, en diminutos cristales polisintéticos, difíciles de determinar, pero mejor conservados que los de labrador, mucho mayores que en otras localidades; y en todas es muy abundante el cuarzo en granos hialinos, transparentes é irregulares.

Se encuentran también anfibolitas de variados caracteres en Lalín, Traba, Coristanco, Fornás, donde contienen mucha pirita de hierro, cerca de Sobrado, en los montes del Viso y del Amendal, en Ferreira, Couso y el cabo Ortegal.

En la anfibolita no granatífera de San Claudio de Mera, el anfibol desaparece en sitios por completo, reemplazándole la epidota en largos cristales, la clorita verde, hebras incoloras pertenecientes á alguna variedad de mica, empastados todos por un magma de cuarzo granulítico.

De las cercanías de Santa Marta de Ortigueira examinó el Sr. MacPherson una variedad muy curiosa de anfibolita formada por mineral verde aceituna, no muy denso, de crucero muy pronunciado y que á primera vista podría confundirse con alguna picrita. Examinada al microscopio, resulta un agregado de grandes trozos casi incoloros de actinota, de color verde mar suave á la luz polarizada, la cual contiene pocas inclusiones de magnetita y hierro titanado, rellenando sus huecos la clorita.

En la sierra Capelada hay hermosos ejemplos de anfibolitas granatíferas, á veces piroxénicas; más raras las micáceas. En estas últimas el granate es relativamente abundante, de color rosa pálido, pobre en inclusiones, con no mucho rutilo; anfibol de color verde prado y muy dicróico; mica parduzca ó amarillenta y zoisita muy

escasa, muy poca plagioclasa y algo de piroxena, elementos todos empastados por cuarzo granulítico.

La variedad piroxénica de la misma sierra, aunque de textura compacta, se extiende en muchos lechos delgados, y en sección transparente aparece como un apretado tejido de grandes placas irregulares de piroxena que empastan numerosos cristales de granate, los cuales á su vez encierran innumerables cristalillos de rutilo. Como productos accesorios, se hallan escasos fragmentos de zoisita diáfana y anfibol en festones que parecen derivarse de la uralitización de la piroxena, y en los cuales se notan cristales y trozos de rutilo, titanita y hierro titanado. El cuarzo es muy escaso.

Procedente de Pezobres, al SO. de Mellid, estudió el Sr. MacPherson [1] una variedad muy curiosa y rara de anfibolita. Es de textura granitoidea, y al microscopio se muestra constituida por grandes trozos de diopsida, con mucha frecuencia uralitizados y rodeados de un festón de cristalillos de granate, ortosa, cuarzo granulítico y poca plagioclasa. La diopsida es incolora ó de ligero tinte verde mar en secciones no muy delgadas, con frecuencia turbia, unas veces por su alteración, otras por sus inclusiones, y su anfibolización se inicia en los bordes. Los trozos de granate, casi incoloros, tienden á soldarse entre sí; la ortosa está bien conservada; la oligoclasa es de tamaños pequeños; el cuarzo se reduce á pequeñas plaquitas que rellenan los intersticios de los otros elementos, y entre los accesorios sólo merece citarse el rutilo en trozos grandes ó en pequeñas agujas, empastado de preferencia en la diopsida más bien que en el granate.

Pizarras cloríticas.—Las del N. de Galicia están constituídas por zonas de clorita verde mar con magnetita y lentejones de cuarzo, todo salpicado de un mineral muy birrefringente, probablemente la epidota. En las de Goiriz y Castromayor (Lugo), se reconocen al microscopio hierro magnético, clorita verde, epidota en granos, algunas hojuelas de mica y gránulos lenticulares de cuarzo. Existen

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV, pág. 188.

también pizarras parecidas en Jallas, Castriz, entre Santa Marta y Jubia, en Montes y al O. del río Pambre.

Las que hay en las cercanías de Redondela son muy cloríticas y talcosas y prestan al suelo un carácter muy especial, resultando por su descomposición tierras rojas, sobre las que se destacan lajas blanquecinas de pizarra.

Serpentina.—No escasea en Galicia, pues se halla al E. de Mellid, en las Pias, Castrovite, sierra Capelada, en Larazo (donde es de especial hermosura), en San Jorge de Moeche, etc., unas veces en lechos estratiformes entre las micacitas y anfiholitas, otras en diques y masas como las rocas hipogénicas. En su gran mayoría parecen procedentes de transformaciones de las rocas, ricas en dialaga y piroxena, en las que el peridoto desempeña un papel subordinado, y las serpentinas que resultan de este proceso son de textura fibrosa, muy distinta de la reticulada ó de malla de las de origen peridótico.

Como excepción de esta regla, hay en la sierra Capelada, cerca de Cariño, y en las cercanías de Moeche, rocas en que abunda el peridoto y que presentan esa textura de malla hasta punto tal que se confundirían con los ejemplares de la Serranía de Ronda. La roca de Cariño, por el estado poco avanzado de serpentinización, puede considerarse como una peridotita, formada de dialaga amarilla ligeramente rosada; enstatita que sólo se distingue de la dialaga por sus caracteres ópticos, ambas muy pobres en inclusiones; olivino incoloro y picotita empastada en dichos tres elementos, amarillenta ó parduzca, á veces transformada en productos opacos reticulados, probablemente de hierro cromatado, que con la magnetita y la serpentina constituye los productos secundarios. De su serpentinización se derivan dos variedades: la verde clara y la amarilla obscura con el tejido de malla característico; y esta última se muestra también en la serpentina de Moeche, muy rica en peridoto, pero sin enstatita, que es reemplazada por piroxena dialágica.

Cerca de Santa Marta, entre las pizarras cloríticas y anfibolíticas, tan desarrolladas en la escarpada sierra Capelada, hay un dique ó lentejón de serpentina verde obscura, atravesada por vetillas de cri-

solito asbestiforme, con algunas partículas brillantes de dialaga. Examinadas al microscopio sus secciones transparentes de color amarillo de aceite, se observan los mismos filamentos de hierro oxidulado y cromatado común á todas las serpentinas; pero á diferencia de las que abundan en la Serranía de Ronda, no se percibe en aquéllas resto alguno que pueda referirse al peridoto. Vese, sí, una substancia filamentosa que en sitios afecta la textura de malla; pero en general forma un tejido apretado de hebras que, á su vez, envuelven fragmentos opacos de dialaga filamentosa. Envueltos por la misma serpentina hay trozos más obscuros y cristalinos que, en opinión del Sr. Mac-Pherson [1], explican la especial estructura de estas rocas. En sección transparente se observan esos trozos constituídos por una base idéntica á la de la roca envolvente; pero además de los filamentos opacos, encierra grandes cantidades de un mineral hialino con todo género de estados, desde la más perfecta conservación, hasta confundirse con dichos filamentos. Es una dialaga transparente y amarillenta.

La serpentinización se verifica del modo siguiente: se exfolia el mineral, se hace fibroso y aun sedoso en algunos fragmentos, se carga de filamentos negros de hierro magnético, y desintegrándose en multitud de hebras desparramadas en derredor, se presenta en último término la idéntica apariencia de los fragmentos opacos de las serpentinas. Entre los trozos de mineral piroxénico en estado de perfecta conservación y el extremo límite de la descomposición, se perciben todos los estados intermedios, viéndose á veces algunos fragmentos penetrados únicamente de materia serpentinosa en uno de sus lados, mientras que por el otro se aglomeran largos filamentos de hierro magnético. Así se explica por qué las serpentinas de Galicia poseen esa especial textura fibrosa que las distingue del tipo común de esa especie de roca, como puede verse también en Larazo y en Mellid.

Doelo de Morche.—En el extremo NO. de Galicia suelen emplear

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo X, pág. 54.

como piedra de construcción una roca llamada en el país *doelo*, cuyo principal yacimiento está cerca de Moeche. Se parece á una serpentina de color verde, con vetas más claras, casi blancas en algunos sitios; su peso específico es 3, y los ácidos no producen en ella efervescencia en frío, pero sí en caliente, con desprendimiento de ácido carbónico, demostrando la análisis que es una variedad de giobertita ó carbonato magnésico-ferrífero.

Examinado al microscopio, se ve que el doelo está constituído de grandes trozos de carbonato magnésico, envuelto en un tejido de hebras y filamentos talcosos y algunas placas de clorita, todo salpicado de magnetita. Entre los planos de crucero de la giobertita hay dendritas ferruginosas y hebras de la matriz fundamental de la roca. Tanto la clorita como el mineral talcoso penetran y deshacen el carbonato magnésico, hasta el punto que en sitios sólo quedan pequeños restos entre los filamentos de dichos silicatos.

Eclogitas.—En las ásperas escarpas de la sierra Capelada, al O. de Santa Marta de Ortigueira, una serie de rocas verdes se intercalan entre las pizarras cloríticas y anfibólicas en una curiosa cuña alineada al N.NO., enclavada por un lado entre el siluriano de la sierra Faladoira, y por el otro entre las masas graníticas y gneísicas que se extienden desde San Saturnino hasta el Ferrol. Están constituídas por una singular asociación del granate, del anfibol y de la zoisita, que se reconocen á simple vista análogas á ciertas eclogitas del arcáico de otros países.

Concuerdan con dichas pizarras, inclinando del O.NO. al O.SO., notándose desde luego dos grupos diferentes: el gneisiforme y el cristalino. Son muy tenaces y duras, y su densidad es 3 á 3,2.

Los ejemplares de textura estratiforme están formados de una pasta verde obscura salpicada de cristalitos rojos de almandina, intercalándose fragmentos lenticulares de zoisita blanco-rosada, vítrea, de más de 6 de dureza. En las rocas cristalinas este mineral sólo es perceptible á simple vista en las variedades de color claro. En unos ejemplares el granate está en dodecaedros, en otros en fragmentos irregulares y á los de pasta blanquecina rodea un estrecho festón verde obscuro.

Estudiadas al microscopio por el Sr. Mac-Pherson secciones transparentes de estas rocas, se ve que la textura gneisiforme es sólo un detalle de forma, pues los mismos minerales entran en todas; pero en las de pasta blanquecina hay dos tipos diferentes, distinguiéndose unas por el gran desarrollo del feldespato y otras por la presencia de un mineral piroxénico. Como elementos esenciales empastados en una base de cuarzo, además de los citados existe en varios ejemplares la plagioclasa, que siquiera accidental se halla en los otros, casi siempre diáfana, en placas irregulares. Sus granates almandinos, de varios matices rosados y de tamaños muy diversos, hasta de seis milímetros los mayores, ya son limpios y traslucientes, ya encierran inclusiones de apatita, de cuarzo y de rutilo. La zoisita, siempre en grandes fragmentos cristalinos, alargados y rodeados de una franja de productos secundarios, es incolora y diáfana si está bien conservada, con crucero muy marcado, por donde penetran numerosas impurezas, además de muchas grietas, envolviendo inclusiones de rutilo, de otra substancia indefinida en placas cristalinas birrefringentes de contorno irregular y pequeñas burbujas fijas. El anfibol, muy abundante siempre, de color verde botella, de contornos irregulares en unos ejemplares, verde amarillento ó yerba seca, con tendencias á agruparse en otros. En algunos puntos entra además como elemento esencial la piroxena en gránulos diminutos, como embutidos entre los otros minerales y con caracteres parecidos á los de la variedad onfacita.

Entre los elementos accidentales de estas rocas, el más constante es el rutilo en cristales y agujitas macladas, de color vinoso, á veces hasta de medio milímetro de largo y en algunos trozos con una capa parduzca de titanita, mineral que también suele ofrecerse con un núcleo de rutilo en su parte central. La apatita es muy escasa y sólo se ve en algunos granates; la mica se reduce á pequeñas partículas pardo-rojizas diseminadas en la roca con mucha desigualdad; los productos ocráceos son, por el contrario, muy abundantes, tapizando las grietas de los otros elementos, en especial del granate y del cuarzo, y este último, que empasta á todos los minerales, es hialino, limpio y tiene pocas inclusiones.

Cuarcita.—Algunos bancos existen entre el Valle de Oro y Burela, habiéndose empleado para crisoles y camisas de los hornos de Sargadelos. Las de la ría de Foz son verdosas por la clorita que contienen; blancas ó ligeramente amarillentas las de los montes del Bujo, entre Sargadelos y Fazouro, que suelen tener agujitas amarillas de rutilo, y las de Cedeira son ricas en cristalillos de granate, rodeados de partículas de mica parda.

De itacolumita califica Schulz las losas cuarzosas blancas y algo clásticas que hay al O. de la ría de Foz y del río Fazouro, en Lousada, la Goya y la Legualonga, al NO. de Villalba; la de Gaybor, al S. de la misma villa.

Calizas.—En Galicia escasean mucho las calizas, entre las cuales merece especial mención la marmórea blanca y azulada que se asocia á la serpentina de San Jorge de Moeche, al E. del Ferrol.

Comparadas todas las rocas del estrato-cristalino de esta región de España con las del mismo sistema del Morván y otras localidades francesas, se nota que en aquéllas, á cambio de la carencia casi completa de sillimanita y la turmalina, abundan el rutilo y el granate de un modo extraordinario.

ESTRATIGRAFÍA

Las escarpas de la sierra Capelada que se alzan sobre la vía de Santa Marta de Ortigueira ofrecen uno de los mejores parajes para examinar en su conjunto el estrato-cristalino de Galicia con la mayor variedad de rocas. Santa Marta se halla edificado sobre las micacitas, que con gran espesor forman un eje sinclinal, á cada lado del cual afloran gruesos bancos de rocas anfibólicas alternantes con gneis granitoideos y lechos intercalados de serpentina. Más al SE. alternan los gneises con las anfibolitas y las micacitas, hasta llegar al siluriano de la sierra Faladoira; las mismas rocas continúan del lado opuesto entre Santa Marta y la playa por el mismo costado de la ría; pero en el otro se marca un eje anticlinal cambiando de rumbo los estra-

tos, reproduciéndose al otro lado del pliegue la misma serie de rocas: primero las granulitas, después las anfibolitas y el gneis micáceo, cubierto á su vez por otras anfibolitas con lechos interpuestos de gneis granitoideo.

Subiendo á mayores alturas por las faldas de la sierra Capelada, vuelve otra vez á presentarse el mismo gneis micáceo, muy rico en plagioclasa, dominado otra vez por las rocas granatíferas y anfibólicas, tan abundantes en dicha sierra, que en las playas de Cariño, entre la ría de Santa Marta y el cabo Ortegal, están formadas de arenas rojas de granates, cristalillos y fragmentos de piroxena y anfibol, rutilo y magnetita, siendo muy raros los de cuarzo.

La alternancia de las citadas rocas continúa hasta las vertientes opuestas, formadas del horizonte superior, en el cual, aunque en lechos relativamente delgados, también hay anfibolitas, como puede verse entre las talquitas de San Román de Moeche.

La figura 12 representa el corte que traza el Sr. Mac-Pherson á través de la sierra Capelada; y la figura 13 la disposición de los estratos en las cercanías de Foz. En ambos se designa con la letra *d* el gneis micáceo alternante con micacitas; *g*, las cuarcitas del estrato-cristalino; *h*, las micacitas y gneis superiores; *h'*, alternancia de gneis, micacitas y anfibolitas con serpentina; *i*, talquitas y pizarras micáceas alternantes; *l*, anfibolitas; *n*, pizarras silurianas; *p*, cuarcitas silurianas.

Mientras las talquitas que hay entre la ría de Foz y Vivero pasan al gneis micáceo por una serie de rocas feldespáticas y cuarzosas, éstas faltan por completo en dicho pueblo, ligándose el tramo superior al inferior más sencillamente que en los parajes antes reseñados. Al O. de San Román el tramo superior desaparece bajo las pizarras paleozóicas, y surge repentinamente otra vez el gneis micáceo, entre Jubia y San Saturnino, pero sin rastro alguno de rocas anfibólicas, aunque idéntico al de la sierra Capelada.

El Sr. Barrois considera dos divisiones principales en el estrato-cristalino de la provincia de Lugo: la inferior de las micacitas y la superior formada de pizarras cloríticas, anfibólicas, talcosas y micá-

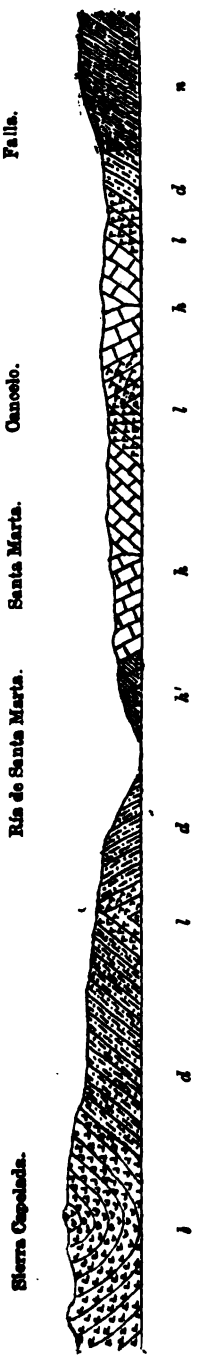


Fig. 12.—Corte de la sierra Capelada.

ceas, con lechos subordinados de cuarcitas, serpentinas y cipolinos. En ambas divisiones se intercalan gneises y anfibolitas granatíferas, y según el Sr. Mac-Pherson, estos dos horizontes se extienden por la parte occidental de Galicia, sin más diferencia que el tramo inferior aflora en dirección al O. con mayor desarrollo vertical.

Resumiendo los datos recogidos por ambos geólogos, se deduce que en la base aparece, aunque excepcionalmente, el gneis amigdaloideo, reducido á pequeños afloramientos en el SO. de la región. Sucede á esta roca un horizonte que por sí solo constituye la mayor parte del arcáico de Galicia, caracterizado por la variedad de sus materiales, sin perjuicio de que, entre éstos, el gneis micáceo ocupe grandes extensiones, como sucede, por ejemplo, entre Rubia y San Saturnino, en las cercanías de Carril. Mas, en general, su facies es tan mudable, que si no fuera por sus condiciones estratigráficas, con dificultad se hallarían los miembros correspondientes en las diversas comarcas donde asoman; como, por ejemplo, no se hallaría un paralelo entre los gneises y anfibolitas de Santiago por un lado, las variadas rocas de Capelada por otro, el gneis de glaucófano de Vigo por otro, y los curiosos estratos de los montes del Bujo y de las escarpas de Foz. Y, sin embargo, en todas partes estas rocas ocupan lo más profundo del tramo superior, se unen y alternan con otras que

no es posible separar del tramo medio ó de las micacitas de Villalba.

Pasa este tramo del arcáico de una manera gradual y sin solución de continuidad al horizonte superior de las talquitas y cloritocitas, cuyas condiciones de variabilidad van cesando, reapareciendo un pe-

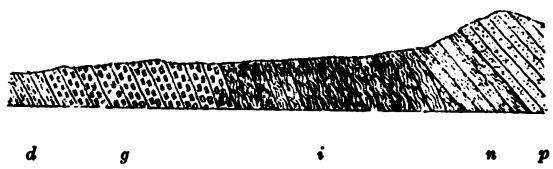


Fig. 13.—Corte de las cercanías de Foz.

ríodo de monótona composición, semejante al que caracteriza la parte inferior del sistema.

Uno de los itinerarios más interesante para examinar la parte superior del estrato-cristalino, es desde los confines de Asturias, siguiendo por Mondoñedo á Sargadelos. Por dos veces pasan las talquitas á un conjunto de rocas de especial estructura. En la ría de Foz aflora la base de las pizarras de Rivadeo con calizas interpuestas, mientras las cuarcitas silurianas constituyen las montañas del SE. Por bajo de éstas asoman las talquitas y pizarras micáceas, á las que siguen en orden descendente otras rocas durísimas cuarzosas y feldespáticas, divisibles en lajas y alternantes con delgados lechos de micacitas, que en su base pasan á grandes masas de gneis micáceo y micacitas bien caracterizadas. Siguiendo el camino de Vivero, todo el conjunto de rocas es cortado por una de tantas fallas que hay en Galicia, y se vuelve á penetrar por corto trecho en las pizarras silurianas, pasadas las cuales reaparecen las talquitas y micacitas, aflorando al otro lado de la ría de Louro las citadas rocas cuarzosas y feldespáticas. Éstas, después de desarrollarse ampliamente en los montes del Bujo y de formar un eje anticlinal, desaparecen contra el granito extendido entre Vivero y Sargadelos.

En los alrededores de Santiago, especialmente entre el río Sar y el monte Viso, se ligan íntimamente las anfibolitas á las micacitas y

al gneis, escaseando al S. de la ciudad, hecho que coincide con el desarrollo del granito que hay en esa parte.

Es de interés el estudio del tramo medio en las cercanías de Vigo, formando parte de tan variado y mudable conjunto en su composición el gneis de glaucófano *f*, que se ve por ambos lados de la ría, buzando constantemente al SO. Pasa al gneis micáceo común *d*, que á su vez desaparece contra el granito del Castillo de Castro *a;* pero en la cumbre de éste reaparece el gneis glandular ó amigdaloideo *c* á causa de una de tantas dislocaciones sinclinales, tan frecuentes en Galicia, como puede verse en el corte figura 14.

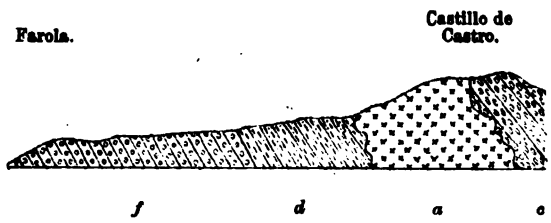


Fig. 14.—Corte de las cercanías de Vigo.

En Redondela se repite el conjunto de rocas arcáicas de micacitas y gneis en la base, talquitas y pizarras micáceas en la parte superior, buzando todas al SO. hasta adosarse sobre la masa granítica que hay al S. de la villa.

Más al N. se desarrolla el gran horizonte de las micacitas de Villalba, por bajo de las cuales asoma el gneis amigdaloide de Pontevedra, que formando un eje anticlinal desaparece en la rama opuesta del pliegue.

Por esta parte se ve gran semejanza, no sólo de composición, sino de posición entre los diferentes miembros arcáicos de Galicia, comparados con los de las cordilleras del centro de la Península.

En algunos puntos el gneis común está en contacto con las rocas cambrianas sin el intermedio de las micacitas, según se ve cerca de la laguna de las Yeguas.

El tramo superior del sistema forma en la provincia de Lugo una banda de 12 á 15 kilómetros de anchura entre las micacitas por un

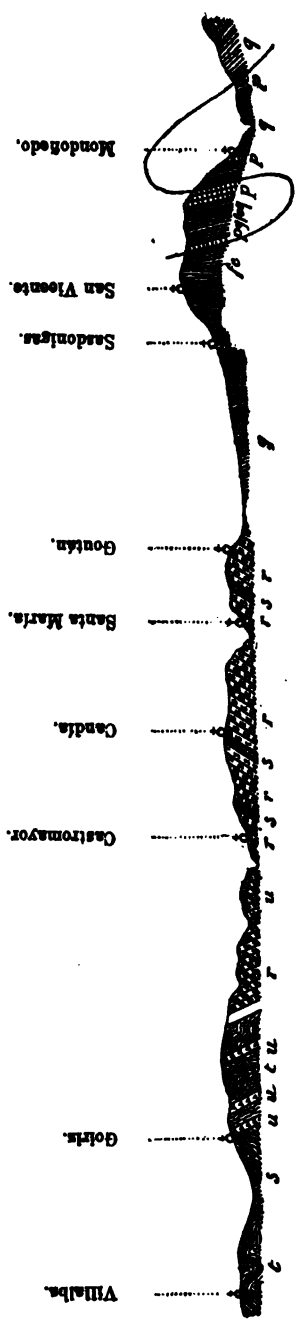


Fig. 15.—Corte de Villalba á Mondoñedo.

p, calizas y pizarras cambrianas con *Paradoxides*.—*q*, pizarras cambrianas del tramo de Rivadeo.—*r*, talquitas y pizarras cloríticas.—*s*, anfibolitas.—*t*, micacitas y gneises.—*u*, gneis rojo.—*fe*, menas de hierro.

lado y las pizarras cambrianas por otro, á través de un país de colinas redondas, poco elevadas.

Las pizarras verdes cubren en San Cosme á las micacitas de Villalón con variables inclinaciones, ya al SE., ya al NO.; alternan con cuarcitas, y contienen pajuelas micáceas y maclas negras. Entre Gaibor y Trobo pasan á verdaderas micacitas; alternan con anfibolitas en Peto, Otero del Rey y Robra; con cuarcitas micáferas en Ramil, y con inclinaciones muy variables, llenándose de hojuelas de mica negra, pasan también á micacitas en las cercanías de Lugo.

Entre Goiriz y Castromayor las pizarras cloríticas descansan sobre dos lechos de gneis.

Las capas de micacita se subordinan á las de gneis y de anfibolitas, con numerosos pliegues que dificultan la evaluación de su espesor. En Goiriz sólo inclinan 10° al S.SE. y alternan con lechos de pizarras verdes muy

micáferas y anfibolitas granatíferas, cruzadas por numerosos filones de cuarzo con mica blanca abundante. Las mismas capas se prolongan al S. de Villalba, donde inclinan de 15 á 25° al NO.: hacia Parrocha el buzamiento se hace más septentrional; pero hacia el centro de Galicia el predominante es al O.

Las pizarras micáceas grises del tramo superior alternan en Candía con bancos de anfibol feldespático que encierra granates y actinota radiada, y entre ese pueblo, Santa María de Abadín y Goután, las pizarras gris-verdosas se intercalan entre cuarcitas y otras pizarras azuladas con mica negra y manchitas de macla.

De la excelente Memoria del Sr. Barrois relativa á los terrenos antiguos de Asturias y Galicia, extractamos el de la figura 15, en que se dibujan las relaciones estratigráficas de la provincia de Lugo, entre Villalba y Mondoñedo, explicadas anteriormente.

Si bien es más frecuente que el estrato-cristalino descanse sobre el granito, hay muchos parajes en Galicia donde la roca hipogénica se sobrepone á los gneises, micacitas y talquitas, como sucede en Montes, entre Baamonde y Guitiriz, al E. de Monteroso, en el valle del Furelos, al E. del Bocelo, en el condado de Mos, tres leguas al N. de Tuy, etc.

En la provincia de Zamora considera el Sr. Puig tres horizontes: 1.°, gneis porfiroide ó amigdaloide, en contacto del granito; 2.°, gneis fino-granudo con micacitas alternantes; 3.°, micacitas con lechos subordinados de gneis, algunas cuarcitas y caliza pizarreña en la parte superior. El tramo primero corresponde al miembro inferior del sistema, y los otros dos al segundo ó medio de otros países. La zona de las pizarras anfibólicas, cloríticas y talcosas, tan desarrollada en Galicia, ó sea la división tercera del tramo medio, falta por completo.

ARTÍCULO IV

REGIÓN CENTRAL

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Las manchas más extensas se hallan en las provincias de Madrid, Segovia, Avila y Salamanca, asomando otras menos importantes en las de Zamora, Guadalajara y Toledo, y señalándose insignificantes isleos en la de Cáceres. A 4262 kilómetros cuadrados asciende la extensión superficial del sistema en esta región.

Manchas de Zamora.—Aparte de las inmediatas á Galicia ya enumeradas, hay en Zamora otras varias, unas que penetran en Portugal y otras enteramente incluídas en la provincia.

La principal de las internacionales es la que cruza el Duero en los términos de Carbajosa, Villadepera, Pino, Castroladrones y Brandilanes, prolongada á Portugal en Paradella, donde el citado río comienza á ser frontera de ambos reinos. Con los sinuosos contornos que hemos detallado en las páginas 79 y siguientes, se halla incluída en el granito, menos un corto trecho al NO. de Brandilanes, en que la cubre el cambriano, siendo sus contornos sumamente irregulares. Su longitud es de 12 kilómetros y el ancho medio de 6, sumando 60 cuadrados de extensión.

En tierra de Sayago, una al N. de Cuzcurrita y otra en el Cueto de Zafara, hay otras dos manchitas internacionales, cortadas por el Duero, desde cuya derecha se internan en Portugal, no llegando á 10 kilómetros cuadrados la extensión que ocupan en territorio español.

Tres son las manchas al S. y á L. de las anteriores incluídas enteramente en territorio zamorano: una muy pequeña, triangular, á la izquierda de la ribera de Fermoselle; otra todavía menor, al S. de Alfaraz, y como la anterior enteramente rodeada de granito, y otra mucho mayor y de más importancia que tiene en su centro á

San Román de los Infantes, y en la que principalmente nos vamos á fijar. Comienza en una punta en el puente de Ricobayo, sobre el Esla, entre Muelas del Pan y Villaseco; se prolonga al Duero, al S. de Almaraz; se ensancha en San Román; continúa por las Enillas, terminando en otra punta al E. de La Tuda, donde toca al mioceno. Por E. y NE. la cubre el mioceno y del lado opuesto encaja en el granito, no bajando su superficie de 35 kilómetros cuadrados y llegando á 40 el total de ellas.

En el extremo meridional de la provincia, al O. de Teso Santo, hay enclavadas en el granito otras dos manchitas muy pequeñas: una en Alfaraz y otra entre Santiz y Moraleja de Sayago, sobre la izquierda de la ribera de Zorita.

Manchas de Vitigudino.—Son cinco, la más importante de las cuales encierra en su seno á esa villa, y es de contorno sumamente sinuoso é irregular. En su mayor parte se alinea de N.NO. á S.SE., entre Sanchón de la Ribera y el Huebra; pero pasado este río se acoda de O. á E. mucho más estrechada, pasando por los términos de Buenamadre, Aldeadávila de Ruilla y Ardonsillero, terminando en un golfo redondeado que toca en Garcirroy y se acerca á Cabezas de Diego Gómez. Por el S. y SE. la limita el terciario; al SO., en unos 6 kilómetros, el cambriano, y en los demás rumbos encaja en el granito. Su extensión es de 218 kilómetros cuadrados.

En esta roca hipogénica arma enteramente otra mancha sita en el extremo NO. de la provincia, á la que penetra desde Portugal, pasado el Duero, en los términos de Aldeadávila y Pereña, siguiendo hasta cerca de Villar de Ciervos, con alineación al SE. En la Vidola se acoda casi en ángulo recto en dirección á Berrueco Pardo, hasta terminar á media legua del Huebra no lejos de Saldeana. Su extensión es de 220 kilómetros cuadrados.

Al S. de la anterior se halla la tercera, alargada de E. á O., que comienza al NO. de Vitigudino, más allá de Guadramiro; cruza el Huebra en término de Cerralbo; sigue por Hinojosa y la Fregeneda, muy cerca de cuyo pueblo pasa el Agueda, y penetra en Portugal, reducida á menos de 2 kilómetros de ancho, siendo su superficie en

España de 110 kilómetros cuadrados. Al NO. se halla en contacto con el cambriano, rodeándola el granito en los demás rumbos.

Al S. de la anterior hay otras dos fajitas, más desarrolladas en territorio portugués que en el de esta provincia. Una cruza con 2 kilómetros de anchura por los términos de San Felices de los Gallegos, Barba de Puerco y La Bouza, limitada al N. por el cambriano y al S. por el granito; la otra, más pequeña todavía, separada al N. de la anterior por el granito y al S. por el cambriano, pasa de Villar de Ciervos á las márgenes del Turones, donde entra en Portugal. En suma, las dos ocupan unos 18 kilómetros cuadrados.

Mancha de Ledesma.—Al E. de Ledesma, cruzada en su parte media por el Tormes, hay otra mancha con una extensión superficial de 94 kilómetros, que comienza al N. en los términos de Palacios del Arzobispo y Zamayón; sigue á San Pelayo y Juzbado, y de los baños de Ledesma cruza á Zafrón, donde concluye. El granito al O., el cambriano al SE., el terciario al E. y el cuaternario al N., son los terrenos que la limitan.

Mancha de Martín Amor.—A corta distancia al SO. de Alba de Tormes, está la mancha de Martín Amor, rodeando el islotito granítico donde se asienta este pueblo, limitada al N. y SO. por el cambriano, al O. por el terciario y al E. por el cuaternario. Es de forma triangular, mide 50 kilómetros cuadrados de extensión y en ella están los términos de Valdemierque, Pocilgas y alquería de Terrados, teniendo especial importancia por sus relaciones con los criaderos de estaño.

Manchas de Martínez.—Comienza en tierra de Salamanca, en Pedro Fuentes, Chagarcía Medianero y Armenteros, en cuyos términos está su extremo occidental en contacto con el cuaternario y el cambriano; pasa de ellos á los de Martínez y Diego Alvarez, enclavados en ella, acercándose á San Miguel de Serrezuela, Pascualcobo y Zapardiel de la Cañada, situados en el granito, de cuya roca se incluyen algunos islotillos.

Al S. de esta mancha hay en Aldealabad otras dos manchitas anejas, insignificantes entre el granito, y al NO. asoma otra muy pe-

queña entre el cuaternario de Valverde de Gonzaliáñez. Suman en junto con la principal 140 kilómetros cuadrados, de los cuales 60 corresponden á Salamanca y el resto á Avila.

Mancha del Barco y anejas.—La mayor mancha de la provincia de Avila es la del Barco, que forma una faja alineada de O. á E., con un largo de 35 kilómetros por un ancho medio de 8, si bien en sitios estrecha á 3 y en otros se acerca á 18, y enclavada toda en el granito. Su extremo occidental toca á la ciudad de Béjar, además de cuyo término comprende de Salamanca los de Candelario, Palomares y La Hoya; por el N. toca en los de Gilbuena, el Losar, la Horcajada, Aldehuela, Piedrahita, Navaescurial, Garganta del Villar y Navadijos, cerca de cuyo pueblo llega su extremo oriental, y por el S. afecta á los Hoyos del Espino, Hoyos del Collado, Navacepeda, San Bartolomé, Navalperal y Aliseda de Tormes, Zapardiel y Horcajo de la Ribera, los Llanos, Bohoyo, Tormellas, Nava del Barco, Santa Lucía, la Carrera, Navatejares, Barco de Avila y Tremedal, hasta terminar otra vez en Béjar. Además de esta ciudad y de Barco de Avila, hay edificados en esta mancha unos cuantos lugares y aldeas que excusamos enumerar. La sierra de Villafranca que la cruza diagonalmente en su parte media, y las lomas de Cañada Alta, son los rasgos orográficos más salientes de esta mancha, que casi toda se halla á más de 1000 metros de altitud, habiendo puntos que pasan de 2000. En la primera parte de su curso el Tormes circula muy cerca de su límite meridional, cruzándola desde Los Llanos por Barco de Avila hasta el Losar y los Encinares, y en ella tiene también su nacimiento el Alberche por encima de San Martín de la Vega.

Al SO. de la anterior se incluyen en el granito otras manchitas anejas de exiguas dimensiones. Una se halla en Santiago de Aravalle y las Casas del Puerto de Tornavacas; junto á Tornavacas (Cáceres) se señalan otras dos; se apunta una en la sierra de Hervás; otra algo mayor al E. de Navalonguilla y Navalguijo, que penetra un poco en territorio de Cáceres, en cuyo extremo NE., por las vertientes de los Picos de Gredos, hay otras dos insignificantes. Suman en junto todas estas manchas 410 kilómetros cuadrados.

Manchas de la sierra de Gredos.—Todas se hallan enclavadas en el granito, con cuya roca hipogénica se hallan tan intimamente relacionadas que será difícil efectuar su deslinde definitivo en poco tiempo, no siendo por ahora los contornos de aquéllas más que indicaciones aproximadas, á las que, sin embargo, debemos sujetarnos.

La principal de estas manchas es la que hay al S. de Arenas de San Pedro, en la cual existen Guisando y Poyales del Hoyo, acercándose en una estrecha fajita á Mombeltrán por el NE. y á las orillas del Tiétar por el S.

A P. de la anterior hay otra cerca de Candeleda, alineada de NO. á SE., y en la que se halla la ermita de Chilla; y al N. de ésta hay otra que se acerca á los términos de Navacepeda y Navalperal de Tormes, á cuya izquierda no llega.

Más al E. de la mancha principal hay otras tres muy exiguas: la mayor está entre los montes de la Serradilla y Navarrevisca; hay otra entre Mijares y el puerto de este nombre, y la tercera se halla entre Gavilanes y Sartajada (Toledo). Ascienden todas á 173 kilómetros cuadrados.

Manchas toledanas.—Entre el Alberche y el Tiétar, al N. de Talavera de la Reina, hay otras dos manchas de alguna extensión, encajadas entre el granito por E. y O. y el cuaternario á N. y S. La principal tiene la figura de una V, cuyo brazo occidental pasa de Hontanares á Montesclaros, Cervera y Pepino, y cuya rama oriental se extiende desde Pepino á Nuño Gómez, cruzando por los términos de San Román, Hinojosa de San Vicente, Castillo de Bayuela y Garciotún. La más pequeña está comprendida al N. de la anterior, en los términos de Buenaventura, Sartajada y Navamorcuende. Suman las dos 220 kilómetros cuadrados.

Mancha de Cebreros.—Alineada de N. á S. con un largo de 33 kilómetros y una anchura media de 7, equivalente á 231 kilómetros cuadrados de extensión, se extiende cerca de Cebreros por su parte de P. una mancha cruzada por la línea férrea del Norte, entre Navalperal y La Cañada, casi en su extremo septentrional que llega á las faldas de la sierra de Malagón. Ningún pueblo hay edificado en ella;

pero comprende parte de los términos de El Herradón, San Bartolomé, Santa Cruz de Pinares y Barraco, por el O.; Navalperal y el Hoyo de Pinares, Cebreros y el Tiemblo, por el E.; Navahondilla y Casillas, por el S. El Alberche la cruza en su tercio meridional; toda ella está enclavada en el granito; envuelve algunos islotillos de esta roca hipogénica, y en compensación hay anejos más al S. varios islotillos en Escarabajosa, muy próximos á los comienzos del Tiétar.

Mancha de Mingorría.—Alineada, por el contrario, de O. á E., se halla al N. de Avila la mancha de Mingorría, villa edificada sobre ella, y en cuyo término la cruzan el ferrocarril del Norte y el Adaja. Forma una faja de 20 kilómetros de largo y 3 de ancho medio, siendo, por lo tanto, su superficie de 60 kilómetros cuadrados: comienza junto á Monsalupe; se acerca á las márgenes del Volto, ya entre Tolbaños y Blascoeles, interesando además de esos lugares á los de Peñalva, Cardeñosa y San Esteban de los Patos. Por el N. la limita el cuaternario y por el S. el granito, de cuya roca encierra algunos islotillos.

Manchitas inmediatas á Avila.—El cuaternario de Avila limita en parte á Poniente, rodeándola en el resto el granito una manchita en que está edificado Tornadizos, que la cruza el ferrocarril del Norte, entre la capital y El Herradón, se acerca por el N. á Bernuy-Salinero, de donde se prolonga en una lengüeta hasta Urraca-Miguel, casi tocando á la sierra de Ojos Albos, y mide una extensión de unos 24 kilómetros cuadrados.

Otras manchitas que hay en el centro de la provincia, al S. de Gemuño, al S. de Muñotello y de Pradosegar, son de tan diminutas dimensiones, que apenas suman ocho kilómetros cuadrados, y otro tanto mide una fajita que, por las vertientes septentrionales de la sierra de Ojos Albos, encajada entre el cambriano por el NO. y el granito al SE., se prolonga desde Urraca-Miguel á la provincia de Segovia, hasta corta distancia de la ermita del Castillo y de las Navas de San Antonio.

Mancha principal carpetana.—En íntima asociación con el granito, de que no siempre es fácil distinguirla, la mancha más intere-

sante y mejor estudiada de esta región es la de los montes Carpetanos, que separan la cuenca del Duero de la del Tajo, afectando por igual á las dos provincias de Segovia y Madrid, penetrando su extremo oriental en la de Guadalajara.

La línea límite septentrional comienza con irregulares recortes entre el cretáceo, desde Espirdo á Brieva, Basardilla, Santo Domingo, Losana, Adrada, Peñas Rubias, Parral (donde toca al cuaternario), Torre Iglesias, Carrascal, Cuesta y Cubillo, Requijadas, Santiuste, El Valle y Aldealengua. A partir de este punto, en 35 kilómetros de distancia que hay hasta Riaza, dicha línea límite se arrumba mucho más continua al NE. sin los repetidos entrantes y salientes que hay en su comienzo, y cruzando, entre otros pueblos, por Matabuena, Prádena, Pradenilla, Siguero, Cerezo de Abajo y de Arriba, hasta terminar en aguda punta en la misma villa de Riaza.

Su límite oriental comienza en esta última en contacto con el siluriano, penetrando en la provincia de Guadalajara, cerca del nacimiento del río Jaramilla, de donde sigue á Peñalva y Colmenar de la Sierra; de aquí se contornea al NO. hasta tocar los confines de la de Madrid, entre ese pueblo é Hiruela. Desde este punto hasta muy cerca de Torrelaguna se interpone una fajita cambriana alineada de N. á S., que prosigue sus límites orientales muy cerca de las márgenes del río de las Puentes y del Lozoya. Este último cruza la mancha en su extremo SE., poco más abajo del cual interrumpen su continuidad los dos islotes graníticos del Berrueco y Navalafuente, por entre los cuales pasa en una fajita estrecha, limitada al S. por otra cretácea, hasta la sierra de San Pedro, donde tiene mayor ensanche entre Chozas y Miraflores, entre cuyos pueblos se elevan las cumbres de aquélla enlazadas con el Pico del Hierro (2383 metros), que está al S. de Peñalara. Desde estas alturas contornea el granito del Pinar Grande; avanza la línea divisoria al N. de San Ildefonso, de donde revuelve dirigida hacia Segovia, al S. de cuya ciudad avanza entre el granito al E., S. y SO., y el cretáceo al NO. y O. Las masas graníticas que por esta última se ramifican de la sierra de Guadarrama á San Ildefonso, de tal modo se recortan, que hacen casi imposible la enu-

meración de los linderos occidentales de esta mancha, la cual en su extremo SO. forma un entrante desde la Peña del Oso hasta Segovia, hallándose en contacto con el cretáceo entre esta ciudad y las Navas de Riofrío.

No baja de 1550 kilómetros cuadrados la extensión superficial de esta gran mancha.

Otras manchas de la provincia de Segovia.—Al N. de la mancha principal carpetana hay en la provincia de Segovia diversos isleos estrato-cristalinos, que rápidamente vamos á enumerar. Uno, al N. de la ciudad de Segovia, se halla en la Mata del Quintanar, rodeado al S. por el granito de Encinillas, al E. por el cretáceo, al N. y O. por el cuaternario. Al SO. de Santa María de Nieva hay otro muy exiguo en Hoyuelo, que toca el extremo SO. de la mancha cambriana de dicha villa, rodeándole en los otros rumbos el diluvial. Bastante mayor es la mancha de Fuentepelayo, comprendida entre el río Cega y el Pirón, limitada al N. por el granito y el cretáceo de Zarzuela del Pinar; al S. por el extremo NE. de dicha mancha cambriana de Santa María; al E. por el cuaternario de Mozoncillo, Escalona, Aldea del Rey y Aguilafuente, y al O. por el cuaternario de Navalmanzano. A unos 80 kilómetros cuadrados de extensión asciende el total superficial de estas manchas.

Entre Segovia y Sepúlveda, rodeadas del cretáceo, hay otras tres manchitas que suman algo menor superficie que las anteriores, muy próximas á la principal carpetana: la primera es la de Caballar, que se acerca á las puertas de Turégano en su extremo NO.; la segunda es la rodeada por las aldeas de Muñoveros, Puebla de Pedraza, Revollos y Arevalillo, y la tercera, muy próxima á la segunda, desde Pedraza de la Sierra llega hasta Pajares de Pedraza, surcada á lo largo por el río Cega. En el extremo N. hay otra insignificante al N. de Carabias, que casi toca á Onrubia y que penetra en Fuentenebro (Burgos) con poco más de un kilómetro de anchura.

Otras manchas de la provincia de Madrid.—Separada superficialmente de la principal del Guadarrama por una estrecha fajita cre-

tácea, se extiende al S. de la sierra, entre Guadalix y Colmenar Viejo, otra mancha estrato-cristalina que avanza por el E. hasta el Vellón, Pedrezuela y el Molar, donde también la circunscribe otra fajita cretácea. Cerca del Canal de Lozoya, entre San Agustín y Colmenar Viejo, completa con el cretáceo sus límites meridionales el terreno diluvial, y sus confines occidentales entre Colmenar y Manzanares los constituye el granito, de cuya roca hay incluídos diversos isleos y diques en esta mancha.

Al SO. de la principal del Guadarrama, hay otra alargada de N. á S. que, comenzando junto al pueblo de este nombre, cruza á los montes del Escorial, continúa entre Valdemaqueda y Robledo de Chavela, rodea las vertientes occidentales del pico Almenara (1260 metros), prosigue entre Navas del Rey y Pelayo, avanzando su extremo meridional hasta Villa del Prado, donde la toca el cuaternario, hallándose en su mayor parte enclavada en el granito.

Mucho más pequeña que la anterior es otra fajita alineada de NE. á SO., al S. de Valdemorillo, limitándola el granito en este término y en los de Navalagamella y Colmenar del Arroyo; el cuaternario y el cretáceo en los de Villanueva del Pardillo, Villanueva de la Cañada, Quijorna y Perales de Milla.

Atribuye Prado al estrato-cristalino manchitas de reducidas dimensiones, algunas de sólo dos metros, intercaladas en las masas graníticas, como las de micacita en Cervera [1]; de gneis en Navalagamella, Colmenar del Arroyo, Peñalara, Colmenar Viejo, entre Fresnedillas y Robledo de Chavela, restos, según él, de otros isleos mayores que se redujeron mucho por la denudación. El ejemplo más diminuto es el de Bustarviejo, entre cuya pegmatita señala el mismo autor una fajita de pizarra micácea, negra y blanda de 16 centímetros de anchura.

El total superficial de estas manchas es de 450 kilómetros cuadrados.

Manchas de Hiendelaencina.—Al S. de Atienza, en la comarca

(1) *Descr. prov. Madrid*, pág. 77.

minera de Hiendelaencina, existen dos manchas que en profundidad deben unirse bajo los depósitos diluviales con que superficialmente aparecen desunidas. La más occidental está limitada al O. y al N. por el siluriano y el diluvial, al E. por este último y al S. por una fajita triásica que se interpone entre ella y el cretáceo. Bustares, Gascueña, Hiendelaencina, Villares, Navas y Zarzuela de Jadraque, están edificados en esta mancha. La otra se extiende entre Bodera y Cardeñosa, sigue á Rebollosa y se aproxima por el S. á Palmaces de Jadraque. El río Cañamares la surca por sus límites occidentales, donde toca al diluvial; confina al N. con el siluriano, al SO. con el trías y en los otros rumbos con el cretáceo.

Suman las dos manchas 128 kilómetros cuadrados de extensión.

PETROLOGÍA

Granito gneísico.—Al pie de Peñalara, en el sitio llamado el Pimpollar, es donde el Sr. Mac-Pherson señala como base del estrato-cristalino un granito gneísico que otros geólogos han tomado ó pudieran tomar como parte del terreno hipogénico. Su feldespato ortosa corresponde á dos épocas diversas, y al más antiguo, turbio y descompuesto, empasta otro en mejor estado de conservación. El cuarzo es de textura granítica, si bien sus placas están profundamente quebrantadas, pero siguiendo sus filas sin interrupción las inclusiones líquidas que encierra, la mayor parte de burbuja fija. Hay mica parda de bordes carcomidos con franjas de magnetita ó hierro titanado, mineral que también está diseminado en la roca. La mica blanca, más escasa, está mejor conservada, y existen además agujas de apatita y de rutilo.

En la parte meridional del cerro de los Abantos, el Escorial, puerto de Navafría y otros sitios de Guadarrama, representa la parte más inferior ó base del estrato-cristalino otro granito gneísico, de textura compacta y color violado, cuya ortosa es pegmatoidea, agrupándose la mica en anchas bandas irregulares, unas verdosas,

otras blancas que empastan las verdes y al feldespato. Casi todo el cuarzo es de textura granitoide, aunque en sitios le hay granulítico, con extraordinaria cantidad de inclusiones móviles que encierra y algo de apatita.

Granulita.—Entre los gneis y micacitas de las orillas del Tormes, al SO. de Alba, hay una granulita gneísica blanca, con pocas hojuelas de mica blanca y pequeñísimos granates.

Gneis granitoideo.—En los montes del Escorial, sitio llamado Cuelgamuros, hay una variedad cuya mica descompuesta encierra agujas de rutilo en maclas geniculadas; y cerca de allí, en la Machota, está casi exento de granate, lo que no es general. En la subida desde el Tajo á la ermita del Valle de Toledo tiene, por el contrario, el aspecto de una pegmatita en la cual se aglomeran trozos de granate, unos granulares, otros cristalinos, que á veces pasan de cinco centímetros de longitud.

Gneis amigdaloide.—Si bien hay capas muy micáceas, el gneis dominante entre Navas de Riofrío es el amigdaloideo de mica verde, así como en Segovia y San Ildefonso y entre Santo Domingo de Pirón y Sotos Albos, donde le corta un filón de granito porfídico que no causó alteración alguna en su contacto.

Por bajo del gneis gris, muy pobre en cuarzo, de la sierra de Gallegos, se prolonga otra faja del amigdaloideo en contacto con la creta; entre Caballar y Turégano esta variedad es de mica negra, poco cuarzo y feldespato arriñonado; el del arroyo de Valdevacas, junto á Arevalillo, de mica bronceada, cuarzo gris y feldespato blanco muy abundante; y en el extremo N. de la provincia de Segovia, término de Ourubia, el gneis tiene abundante mica bronceada, ortosa blanquecina, á veces descompuesta, y algunos granos de cuarzo gris.

Gneises parecidos se encuentran en el valle del Lozoya, montes del Escorial, sierra de Gredos, etc.; y en los alrededores de Hiendelaencina, La Bodera y Rebollosa varía de 5 á 50 milímetros el tamaño de sus nódulos de feldespato, que sobresale en las caras á modo de verrugas.

En las praderas de Peñalara alternan con el gneis noduloso otros

rojos y pizarreños, y á medida que el micáceo predomina aparecen el granate, la sillimanita, la fibrolita y la titanita, haciéndose cada vez más hojosa la textura de aquél.

Gneis porfiroide.—Entre Salamanca y Ledesma es de color amarillento, con mucha mica, y abunda en muchos puntos de la provincia de Avila, tales como el Carrascal de la Aliseda, San Bartolomé del Tormes, entre Santa María de los Caballeros y San Lorenzo, en Mesegar, Villafranca, La Cañada, Mombeltrán, Hoyo de Poyales, Navacepeda, Candeleda, puerto de Mijares, etc. El del puerto de la Fuenfría es muy tenaz; el de Miraflores carece de cuarzo, y ofrecen variedad de caracteres los de Peñalara y cerro de la Cebollera.

La roca dominante del sistema en Guadalajara es el gneis porfiroide. Alrededor de los gruesos cristales de ortosa, del que hay entre Congostrina y Hiendelaencina, se agrupan grandes láminas de mica pardo-negruzca; y en el barranco de Noche Mala, entre Hiendelaencina y Zarzuela, tiene extensas hojas de mica blanca, amarilla y parda, siendo bastante escasa la proporción de cuarzo.

Siguiendo el arroyo de Marichiva, desde la Barranca de Cercedilla hasta la línea divisoria de Madrid y Segovia, cerca de Peñota, el gneis es principalmente porfiroide, con grandes cristales de labrador, así como también el del isleo de Montesclaros (Toledo), atravesado por diques de pegmatita y acompañado de caliza marmórea.

Gneis granatífero.—Cristales bastante gruesos de granate almandino encierra el gneis fino-granudo, tránsito á micacita, que hay entre Cerezo de Arriba y Riofrío de Riaza.

En los cerros de la Cebollera y de la Excomunión y en todas las alturas que se elevan al N. del valle de El Cardoso, hay un gneis en masa cuyos elementos no están mezclados tan íntimamente ni dispuestos con tanta regularidad como en el ordinario, circunstancias por las cuales es menos pizarreña la roca. Esta variedad suele contener algunos granates diminutos alojados entre las hojas de mica, y también encierra entre su cuarzo pequeñas cantidades de distena. También es granatífero el de los Aventadores, en la sierra de Peñalba.

Gneis micáceo.—Entre las variedades más notables de gneis común, citaremos el muy feldespático, pobre en cuarzo y mica de Peñalara; el verdoso de Aulencia, sobre cuya orilla derecha se compone de mucho cuarzo, feldespato rojizo claro y bastante mica gris aplomada; el de la Aceveda y Robregordo, formado casi totalmente de feldespato blanco, muy poca mica parda y casi nada de cuarzo, y algunos de Peñalara, Lozoya y Miraflores, que por la finura de sus elementos casi tienen el aspecto de un petrosílex.

En el valle del Lozoya predomina el gneis micáceo, retorcido en muchos pliegues hasta cerca de Gargantilla, donde un gran dique cuarzoso le separa del amigdaloideo, el cual continúa más al E. hasta pasado Buitrago, reapareciendo el micáceo en los confines de Guadalajara. En las escarpas del río de las Fuentes, cerca de Paredes, se ve el modo de hacerse más y más hojoso el gneis, hasta pasar á una micacita, y el elemento mineralógico que le caracteriza en esta parte de la cordillera es la fibrolita, á veces en grandes lentejones.

Junto al barranco que corre al N. de Congostrina, el gneis es muy pizarreño, de mica plateada ó gris, y se desagrega fácilmente; y en la zona más inmediata al siluriano del valle del Cardoso y parte de los términos de Colmenar, Bocígano y Peñalba, se hace muy micáceo, hasta perder por completo su feldespato y convertirse en una micacita en la línea de contacto de ambas formaciones.

En la Machota Grande del Escorial el gneis común presenta un modo notable de descomposición en sus micas, que se hallan en trozos muy unidos, de los que se deriva en forma molecular un tejido de malla á modo de esqueleto que dejó al descomponerse en productos ferríferos, desapareciendo la magnesia y los óxidos alcalinos, y dejando en libertad el exceso de sílice que aparece con extraordinaria limpidez.

Entre Bustares y Aldeanueva, sustenta las cuarcitas silurianas del Alto Rey un gneis muy compacto y obscuro por su abundancia en hojuelas diminutas de mica negruzca. El gneis de la sierra de Peñalba es de los más cargados de cuarzo, tiene poco feldespato y

mica parda brillante, marcando un tránsito á las micacitas; y también son muy ricos en cuarzo los de Herguijuela, Villafranca de la Sierra, varios del Barco de Avila, Navacepeda de Tormes, Candeleda y Sierra Llana.

Son de grano desigual muchos de Piedrahita, la Aldehuela, Barco de Avila, la Cañada y de diferentes puntos de Guadarrama que sería prolijo enumerar; y entre los fino-granudos mencionaremos el del Arco (Salamanca), parecido á una arenisca amarilla, y el que hay bajo el cretáceo de Aldealengua, que á simple vista parece una cuarcita, pero en el cual abundan la mica negra y el feldespato amarillo, descubriéndose sólo con lente algunos granillos de cuarzo.

Las manchitas de exiguas dimensiones que hay enclavadas en el granito de la provincia de Cáceres, están formadas exclusivamente de gneis micáceo, que es negruzco ó de color gris obscuro, cerca de Madrigal; amarillento terroso, de mica plateada y divisible en hojas de menos de un centímetro de grueso, el del puesto de Tornavacas, el del S. de este pueblo y el de la garganta de Honduras, en la subida á la sierra de Hervás; de feldespato amarillento rojizo y mica plateada el de Belvís y Casas de Belvís, y el que asoma en corto trecho entre San Román y Peraleda; de feldespato parduzco y verdoso con mucha mica amarillenta el de algunos afloramientos dudosos entre el granito y las pizarras cambrianas de la charca de Ceclavín.

Gneis con andalucita.—Existe cerca de Miraflores de la Sierra un gneis constituido de feldespato ortosa, bastante turbio y descompuesto, cuarzo granulítico, mica obscura muy abundante, en sitios algo alterada, pasando á verdosa, y entre ella grandes cristales de andalucita, que encierra, además de magnetita, pequeñas partículas de mica alineadas junto al eje cristalográfico. Carece de dicroísmo esa andalucita, por lo cual se asemeja á la chiastolita común.

Gneis con sillimanita.—En Peñalara y parte alta del Lozoya, hay lechos que fácilmente se tomarían por verdaderas micacitas en vez de gneis. En esta roca escasea el feldespato oligoclasa, y más todavía la ortosa; hay cuarzo de dos clases, uno granudo-cristalino que empasta todos los elementos, y otro en placas granitoideas alar-

gadas en el sentido de los planos de estratificación. Abunda la mica parda ó rojiza, en parte descompuesta en productos cloríticos, en parte llena de hierro titanado ó magnético y algunas maclas de rutilo. La mica blanca, bien conservada y limpia, está desigualmente repartida, así como el granate, que en unos puntos es microscópico y en otros tiene más de un centímetro de diámetro, con numerosas fisuras rellenas de productos anfibólicos y corroidos por el magma que lo envuelve. Los cristales grandes aprisionan gránulos de cuarzo y agujitas de rutilo sumamente delgadas. La sillimanita se presenta en agujas alargadas, ya sueltas, ya reunidas por las caras del prisma, ya radiadas y siempre fracturadas de un modo irregular; incoloras ó ligeramente amarillas, sin dicroísmo, con algunas inclusiones de magnetita y trozos cuneiformes de mica.

En los altos que rodean á San Ildefonso, el gneis pizarreño y rojizo suele perder parte de su feldespato, reemplazándole la sillimanita.

Gneis anfibólico.—En Peñalara las agrupaciones de cristales de hornablenda hacen desaparecer la textura hojosa en algunos sitios, escaseando la mica y descubriéndose cristales de granate almandino. Hay también gneis anfibólico en Navas de Riofrío y en las Vegas de Matute, donde es de color verdoso con alguna mica bronceada; en Miraflores, Buitrago y Mangirón, donde el anfibol se agrupa en cristales aciculares; en el gneis de dos micas de las cercanías de Béjar, que tiene además hojuelas, escamitas y manchas verdosas de clorita.

Gneis piroxénico.—Designado también con el nombre de pizarras piroxénicas, abunda en Buitrago, puertos de Malagón y de la Cruz Verde del Escorial, Robledo de Chavela, entre la Hoya y Peguerinos. En general son rocas graníticas, pues aun el cuarzo escaso que contienen forma granillos redondos mezclados con la ortosa, la plagioclasa y la piroxena diopsida en grandes cristales verdes. No abunda la esfena en los ejemplares del Escorial; pero sí en los de Buitrago, que siempre contiene microlitos de rutilo.

En el puerto de Malagón y en Robledo de Chavela hay varios gneises en que el feldespato, con frecuencia microlina, y la piroxena se desarrollan en grandes cristales.

Gneis turmalinífero.—El gneis con turmalina es muy micáceo á orillas del Tormes, al SO. de Alba y en Ledesma, donde tiene mucho cuarzo, feldespato amarillento, mica plateada con algunas chispas de biotita y granate.

En la provincia de Avila hay esta variedad á Levante de la Cañada, al N. de Racastañas, donde el cuarzo se aisla en lechos ondulados, y en la Hoya Tras el Risco, donde alterna con otros de muy variados elementos, texturas y colores.

Son también turmaliníferos el de Fuente Pelayo (Segovia), de feldespato ortosa blanco muy abundante, y el fino-granudo de Las Cercas, término de Hoyuelo, con cuarzo y mica blancos, feldespato rojizo y textura tabular.

Entre las variadas rocas del puerto de Malagón hay un gneis constituído por una pasta de grano finísimo, separada por vetillas de cuarzo blanco y de feldespato, parecido á ciertas areniscas. En grandes masas es pizarreño y forma lajas de fractura astillosa y color violado; y en secciones delgadas se ve al microscopio que es un agregado granudo-cristalino de cuarzo y de feldespato, éste relativamente escaso, en su mayor parte ortosa; fragmentos y cristales exagonales pardo-amarillentos muy limpios de turmalina con rutilo, algo de zircón, mica magnesiana y un poco de oligoclasa.

Son también turmaliníferos y suelen contener algo de sericita los gneises alternantes con micacitas de Alfaraz, Azmesnal, Peñausende, Carbajosa y otros términos de Zamora en que existen filones de cuarzo con casiterita. Examinados al microscopio algunos ejemplares de Azmesnal, se ve que su ortosa es de aspecto fibroso á consecuencia de la penetración de varias impurezas por sus caras de crucero; escasea la oligoclasa; la biotita se descompone en productos ferríferos, y el cuarzo abunda en grandes trozos granitoideos, habiendo algo granulítico, con numerosas inclusiones de burbujas fijas.

Micacitas.—Algunas variedades de la provincia de Madrid merecen citarse, tales como la de Cabanillas, que es carbonosa y tiñe los dedos; la de la Atalaya de Torrelaguna, azulada obscura, satinada, con muy poco cuarzo y untuosa al tacto por la cantidad de talco que

contiene. En la dehesa de Santui, cerca del río Jaramilla, forman gruesos bancos, y abunda la variedad en que el cuarzo se intercala en hojas muy delgadas. Más al S., junto á Colmenar del Jarama, hay otra variedad muy poco cuarzosa, de color verde manzana, de caras estriadas con numerosos cristalitos de granate.

En el barranco de Valserván y el arroyo del Castillo, término de Angón, hay micacitas análogas de color verde obscuro, cuajadas de granates varios, los cuales pasan de 15 milímetros de diámetro; algunas tienen mezclados con estos cristales otros de anfibol; y entre los sitios donde se halla muy descompuesta, citaremos la collada de la Iruela, Montejo y Horcajuelo.

Entre las micacitas mejor caracterizadas de Guadalajara se cuentan las de Congostrina y las del arroyo Cañamares, entre Palmaces y la Bodera; varían mucho en su proporción de cuarzo las que hay entre Peñalba y Bocigano, que son de grano muy fino y en algunos puntos granatíferas; y es notable una del Cardoso por empastar cristales de más de cuatro centímetros de estaurótida en formas alargadas, de color rojo jacinto, muy diáfanos en sección transparente, á pesar de sus abundantes inclusiones de ilmenita en fragmentos negros y opacos, de turmalina y de titanita. También son turmaliníferas algunas de Venturada (Madrid) y de Riofrío, de color bronceado y muy hojosas; hacen tránsito al gneis las de Cañadas del Barco, Gargantas de los Caballeros, muchas de Mingorría, del Guadarrama, etc.; y por lo muy silíceas pasan á cuarcitas micáferas entre Mombeltrán y Hoyo de Poyales, entre Escalonilla y San Esteban de los Patos, y en Ourubia, donde son verdosas con diversos tonos morados.

En los alrededores de Castroladrones (Zamora) abunda la micacita con cristales de andalucita, y es turmalinífera la que forma la caja de los filones de cuarzo estannífero de las cercanías del Duero, en Carbajosa, Pino, Carrascal y San Román de los Infantes.

Talquitas.—Las talquitas, tan desarrolladas en el Mediodía de España, escasean mucho en la región central, siendo, en rigor, accidentales. Algunos lechos granatíferos alternan con las micacitas del barranco de Valserván, término de Angón, así como entre Paredes y

el collado de las Corzas, donde se intercalan en los gneises y micacitas bajo las ásperas y desiertas sierras silurianas de Patones y la Puebla de la Mujer Muerta.

Al estrato-cristalino se atribuyen las de Fregeneda, Ledesma, Armenteros, entre Narrillos y Tala, Valdemierque y otros términos de Salamanca; las de Piedrahita, del arroyo de los Horcajuelos, del Hoyo de Pinares, algunas que asoman entre este pueblo y Mombeltrán, las del vado de la Calera y las del arroyo Madilleja, en Maltravieso, que son muy hojosas, de color verdoso claro y brillantes.

Anfibolitas.—Son cuarcíferas en Mangirón, Miraflores, Buitrago, Hoya la Hija, Braojos, Cervera y otros puntos de la provincia de Madrid; están casi enteramente formadas de anfibol en las Navas del Rey, Santa María de la Alameda, Vado de Paredes, entre Lozoyuela y Buitrago y en el cerro de Piñuecar; son calíferas en las cercanías del Puerto de Somosierra; y en el monte del Infantado, al NE. de Buitrago, alternan repetidas veces las obscuras, micáceas y granatíferas con otras piroxénicas.

En los Canalizos de Riaza hay una variedad constituída por fragmentos irregulares, algunos de gran tamaño, de un anfibol color castaño, longitudinalmente estriado, que á primera vista podría confundirse con algunas micas. Es bastante limpio y se halla empastado en un magma de cuarzo granudo-cristalino, en el que se descubren cristales de oligoclasa.

Pizarras piroxénicas.—En el puerto de Malagón, junto al Escorial, hay una variedad cargada de mica magnesiana, á veces tan abundante que pasa la roca á una micacita; las que en el monte del Infantado, al NE. de Buitrago, alternan con las anfibolitas, son verdes, están cimentadas por cuarzo ó feldespato y en sitios por la caliza, y existen variedades parecidas en Cercedilla, cerro de Piñuecar y arroyo de la Parrilla de Riaza.

Pizarras granatíferas.—Aunque mucho menos abundantes que en Galicia, también existen pizarras granatíferas en la cordillera Carpetana.

En las cercanías de Valdequemada es la roca de grandes elemen-

tos y textura cristalina, formada de piroxena, anfibol, granate, labrador, oligoclasa, cuarzo, hercinita, magnetita y óxidos ferríferos. La piroxena se ofrece en grandes placas de color verde mar y contornos irregulares, con inclusiones de burbuja gaseosa fijas, y otras rellenas en parte por una materia obscura parecida á hidrocarburos condensados. Presenta frecuentes señales de uralitización; el anfibol es verde botella, y sus inclusiones se reducen á trocitos de magnetita y algún granate. El feldespato más abundante es el labrador en grandes placas constituídas por la reunión de numerosos individuos de extraordinaria limpieza y perfecta conservación, reduciéndose sus inclusiones á trocitos de granate y de piroxena y algunas cavidades con burbuja fija. El cuarzo está en fragmentos irregulares de bordes recortados y atravesado por filas de burbujas fijas y móviles, y la hercinita verde muy obscura se halla repartida con irregularidad.

Entre las pizarras piroxénico-anfibólicas del Monte del Infantado, junto á Buitrago, hay un lecho formado por granate rojo, anfibol, algo de piroxena y cuarzo que los cementa, este último con burbujas fijas, algunas de gran tamaño. En el granate hay dos clases de inclusiones: unas grandes de barbuja fija, y otras que brillan mucho en la luz polarizada. La piroxena afecta, como el granate, una textura granudo-cristalina sumamente especial, y es ligeramente verdosa. El anfibol empasta trozos de granate y aun de cuarzo, aparte de sus inclusiones de titanita y hierro titanado.

Asociada á las pizarras piroxénicas del puerto de Malagón hay una roca granuda, verde prado, con vetas rojas, que examinada al microscopio demuestra ser un curioso agregado de granate y piroxena, ésta de color verde muy vivo y de una de las variedades no aluminíferas. El granate está en vetas ramificadas rojas, de color de salmón en secciones delgadas; y siendo escasas sus inclusiones de piroxena y magnetita, muestra una opacidad bastante marcada sin tendencia á las formas cristalinas.

En Pedraza de la Sierra hay otra roca parecida que al microscopio se ve formada de grandes trozos irregulares de anfibol verde y de granate rojo, rellenando los huecos algunas placas de cuarzo,

Las granatitas asociadas á cocolitas aparecen con variados caracteres entre el gneis de la cuesta del Labrador, sobre el arroyo de la Parrilla en Riaza, y fueron minuciosamente estudiadas por el señor Quiroga [1]. Las compactas de colores poco vivos envuelven, entre su mezcla de piroxena verde mar y granate rosáceo, plaquitas de cuarzo y trozos de cocolita. Las pizarreñas se componen de anfibol verde botella, granate en trozos irregulares de color rosa pálido y magnetita, empastados por abundante cuarzo con inclusiones. Con estas granatitas se presenta una cocolita gris verdosa, fino-granuda, de fractura desigual, que envuelve trozos de granatita, cuarzo lácteo, pirita de hierro y hierro micáceo. Su micro-estructura es de un agregado de gránulos cristalinos irregulares, transparentes, incoloros ó ligeramente verde-azulados, faltos de dicroismo y de polarización cromática brillante, y en su cuarzo se incluyen algunas agujas de apatita. Se asocian á las anteriores otra roca adelógena pardo-rojiza, cavernosa, de fractura irregular, con manchas verdosas de piroxena, que viene á ser una cocolita metamorfoseada, y otra formada de granos negros de hornablenda, trozos rosados de granate y partículas blancas de plagioclasa.

Eclogita.—Aunque accidental y escasa, la hay en Buitrago y Chozas de la Sierra y asociada á las micacitas granatíferas y anfibólicas en Angón.

Cuarcitas.—Intercaladas entre las micacitas, se ven en varios manchones zamoranos cruzadas por venas de cuarzo en muchos sitios. Son blancas, verdosas y rojizas en Brandilanes, entre Torrejamones y Moralina y entre Villa de Pera y Villardiega; blanca y algo micáfera en Badilla, cerca de la frontera portuguesa. Al O. de Zafara alternan en gruesos bancos con el gneis porfiroide rojizo; en Alfaraz, donde las micacitas intercaladas están muy descompuestas, y en los Castillos de las Enillas, donde con ambas rocas se asocia una hialomicta.

Entre el gneis del Molar se intercala una cuarcita muy compacta,

(1) *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V, pág. 31.

fajeada de blanco y agrisado, con hojuelas de mica blanca; ésta no falta con algunos granillos de feldespato encarnado en otra cuarcita de Pedrezuela, y en Riaza alterna con las micacitas de mica blanca otra no muy tenaz, en lechos de pocos centímetros de espesor.

Cuarcitas atribuídas al estrato-cristalino existen también en Vado del Fresno, Villares de Yeltes, Chagarcía, Pedro Fuertes, entre Narrillos y Tala, Alba de Tormes, Valdemierque y otros puntos de la provincia de Salamanca.

En la de Guadalajara alterna con la micacita de la dehesa de Santui, y se sobreponen concordantes á las micacitas y oficalizas en el barranco de Valserván, donde es micáfera, muy compacta en unos puntos, en otros poco tenaz, formando el límite superior del sistema con un espesor total de 20 metros.

Calizas.—Apoyan sobre el granito directamente ó sobre el gneis grandes bancos de calizas, resquebrajadas en todos sentidos en las inmediaciones de Arenas de San Pedro, blanquecinas ó amarillentas, siendo lamelares y sacarinas las del cerro del Aguila, compactas las del Prado Carnero y del Vado de la Calera, y muy ferruginosas las de la Tablada, cerca del arroyo de Avellaneda.

En el término de Horcajada, contiguo á Riofraguas, hay otros delgados lechos de calizas blanquecinas y agrisadas con muchos cristalillos de pirita de hierro, incluídas también en este sistema.

En el collado de la Felecha, á 1883 metros de altitud, entre los puertos de Reventón y Mal Agosto, el Sr. Quiroga [1] descubrió una falla notable que pone en contacto anormal el gneis glandular inferior con el micáceo ó superior, y formando parte de éste hay una caliza cristalina de color amarillento, con hojuelas de mica blanca ó amarillenta y granillos muy pequeños de humita de color pardo claro. Observada al microscopio, se reconocen además la serpentina, la magnetita y la ilmenita, convertida parcialmente en titanita gris, y la pirrotita. Por la descomposición de la humita se forman costras de la serpentina verde amarillenta en las caras de jun-

(1) *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXII, pág. 102.

ta, acompañada de magnetita secundaria distinta de la primaria.

En la bajada del puerto de Reventón á Rascafría y en Robledo de Chavela, también en contacto de fallas parecidas, hay otras masas de caliza cristalina explotada en parte como mármoles grises con idénticos minerales accidentales. En Robledo de Chavela abunda especialmente la mica en escamitas aisladas de contorno exagonal.

En el puerto de Malagón, cerca del Escorial, hay una caliza estrato-cristalina, parecida al *doelo* de Galicia, constituída por carbonato de cal y un mineral talcoso blanco amarillento en la luz natural, en filamentos irregulares y brillantes entre los nicoles cruzados.

Calizas más ó menos micáferas y magnesianas, ó con otros varios minerales accidentales, se intercalan entre el gneis y las micacitas de los bancos superiores en Somosierra, Braojos, Santa María de la Alameda, la Hoya y Puerto de la Cruz Verde; entre Colmenar Viejo y Miraflores, donde forma lentejones de 6 á 12 metros de espesor; en Villa del Prado y San Martín de Valdeiglesias. Al otro lado de la cordillera las que acompañan al gneis de Peñalara son cristalinas, blancas ó gris-azuladas, y más importantes por su espesor que por su corrida. Con el gneis de Vegas de Matute hay otra caliza sacaroidea, algo magnesiana, con oquedades en la superficie y venillas de óxido de hierro.

Algunos bancos de calizas cristalinas blancas, amarillentas ó azuladas penetran alineadas de N. á S. entre las micacitas y gneis de Buenaventura y Montes Claros (Toledo).

Por fin, entre las micacitas, eclogitas y talcitas del barranco de Valserván, término de Angón, y las cuarcitas de la parte superior del sistema, se intercalan algunas capas de oficaliza gris verdosa, fino-granuda, atravesada por vetillas de cuarzo, con un espesor total que no excede de seis metros.

ESTRATIGRAFÍA

Esta región es la que presenta más clara y completa la serie estrato-cristalina, y de aquí que el Sr. Mac-Pherson la considere como

tipo para el resto del país, desarrollándose mejor que en las otras regiones el tramo inferior.

Imprimen su principal relieve á la cordillera carpeto-vetónica varias dislocaciones paralelas, alineadas al NE., con buzamientos al SE., notándose desde luego tres grandes divisiones: 1.ª, el gneis glandular que sobresale junto al granito en las cumbres de Guadarrama, Peñalara, Cabeza de Hierro, Montón de Trigo y las Dos Hermanas; 2.ª, el gneis pizarreño ó micáceo con anfibolitas, micacitas y calizas cristalinas; 3.ª, micacitas y talquitas.

Todo el conjunto se halla atravesado por grandes masas graníticas y por diques y filones de otras rocas eruptivas, correspondientes á diversas edades que por falta de sedimentos posteriores al sistema no se pudieron precisar, y únicamente se averiguó que á las más antiguas pertenecen los microgranitos y pórfidos cuarcíferos, según ya dijimos, y á las más recientes las diabasas y porfiritas.

Las dislocaciones paralelas que cruzan casi normalmente la cordillera están espaciadas de seis á siete kilómetros, y la divisoria del Duero y del Tajo, después de ajustarse por mayor ó menor trecho á una de ellas, salta de repente á otra inmediata, á la cual se acomoda hasta la siguiente, por cuyo motivo la dirección general de las sierras varía bastante de la que es propia de sus roturas principales. Así sucede que la divisoria de ambos ríos, desde Navafría á las Guarromillas, sigue constantemente por el gneis que forma el reborde meridional del granito de Siete Picos y la Atalaya; cambia en ángulo recto en Siete Picos, á cuyas rocas se acomoda hasta incorporarse á la otra faja de gneis al N. de esta masa, que desde Matabueyes se extiende á Montón de Trigo y Peña del Oso, por la que continúa al SO. hasta reemplazarle el granito de Tres Picos y Guadarrama. La faja del Escorial se halla precisamente en la prolongación al SO. de la de Peñalara y las Guarromillas; y sin ese fenómeno común á toda la cordillera, coincidiría con aquélla la divisoria de dichos dos ríos.

Esos saltos ó escalones son efectos de ondulaciones en los terrenos, propagadas según la dirección de las dislocaciones de las sie-

rras; y siendo el gneis la roca más resistente á los agentes atmosféricos, en ella tendió á establecerse la divisoria, que se ajusta al granito cuando aquél desaparece; pero si hay cerca otra masa gneísica, vuelve á ésta la divisoria, sin dejarla hasta que á su vez se pierde.

Desgarrados é interrumpidos los estratos en innumerables parajes, es muy difícil, por no decir imposible, señalar su dirección media ó predominante en las diferentes manchas de esta región, pues á cada paso nos tropezamos con muchas excepciones.

Para la provincia de Salamanca se señala como dirección media la N. 28° O., y como buzamiento más frecuente el O.SO.; y como término medio de la de Madrid fija Prado la N. 9° O., advirtiendo que en su parte oriental es donde el sistema se ofrece con más regularidad, y en lo alto de la cordillera donde menos predominando el buzamiento oriental, pero las direcciones oscilan mucho en torno del cuadrante NE. Las alineaciones más escasas son las que se acercan al E. á O.

Citaremos algunos ejemplos de las multiplicadas variaciones estratigráficas de esta región. En el valle del Lozoya es muy regular el buzamiento al SE. hasta los confines de Madrid y Guadalajara, pasado Buitrago; en lo alto del cerro de la Cebollera la dirección es N. 5° O., pero un kilómetro más al S. se desvían las capas al E. 25° N. En varios sitios de la sierra son frecuentes las alineaciones al O. 30° N., y al N.NE. otros dos bancos de caliza en Braojos dan N. 10° O. y O. 35° N. El gneis del puerto de Somosierra se alinea al N. en corto trecho; desde Arcones á Braojos, al NO.; entre Linera y Buitrago, al N.NO.; en el Vellón hay direcciones al N.NO., N.NE. y NE.; en Cabanillas al N.NE. y al NE., y en El Molar al NO.

La faja irregular que se extiende desde Villa del Prado al Guadarrama se arrumba al N.NE., paralela al Cofio; pero sus capas tienen otras diversas alineaciones, aunque la más frecuente sea aquélla. En corta distancia las calizas metamórficas de la Villa del Prado se dirigen, ya al NO., ya al NE., y los mismos bancos junto á Pelayos tuercen más al N. ó al O. El gneis de la Villa del Prado se arrum-

ba al NO., mientras que de Guadarrama al Escorial enfilan, como la faja, al N.NE.

El gneis del Escorial corresponde al extremo oriental de la gran banda que desde la provincia de Toledo atraviesa una parte considerable del Occidente de la de Madrid, orientado al NE. y de variada composición. Desde Robledo de Chavela á Guadarrama se halla levantado por el N. con fuerte buzamiento al S. y al SE., reposando sobre el granito; mientras que al S. se empotra en esta roca hipogénica, que aflora al S. del Escorial con frecuentes interrupciones de pórfidos y microgranitos. Entre las numerosas fallas transversales que le cruzan es una de las más importantes la del puerto de Malagón, que motiva la repetición por tres veces sucesivas de la serie estrato-cristalina.

Desde la Portera del Cura, en que toca al granito, se desarrolla el gneis amigdaloideo hasta la cumbre de los Abantos, donde asoma por corto trecho el gneis micáceo hasta un gran filón de cuarzo alineado al O.NO., pasado el cual reaparece el gneis noduloso hasta el puerto de Malagón, en que asoma el pizarreño, asociado á las calizas, anfibolitas, otro gneis de grano muy fino cuajado de turmalinas y alguno granatífero.

Hacia el barranco de la Cabeza interrumpen toda esta serie otras rocas hipogénicas que continúan hasta cerca del Monasterio, y reaparecen en el arroyo del Batán.

Asociadas á estas rocas hay en la vertiente septentrional de la Machota Grande otra serie feldespática interestratificada de pegmatitas y granofiros, interpoladas entre zonas de finísimas vetas alternantes de cuarzo y substancia feldespática. Esta serie, comparable á las halleflintas de Escandinavia, según advierte el señor Mac-Pherson, está dominada por el gneis micáceo, que se acerca á dicha cumbre, en donde, después de formar los estratos superiores una especie de abanico, se aplican sobre el granito, repitiéndose uno de tantos contactos anormales que en estas sierras existen.

Para completar la explicación que acabamos de hacer, trasladamos

los adjuntos cortes, según los excelentes estudios del Sr. Mac-Pherson [1]:

Fig. 16.

La figura 16 representa el trazado á través de los montes del Escorial; la figura 17 el comprendido entre Buitrago y el Collado de las Corzas, y la figura 18 el que se marca entre La Granja y Peñalara.

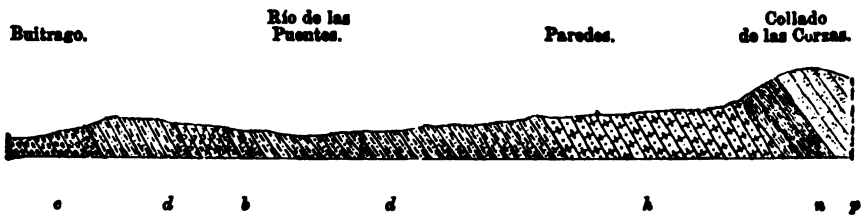


Fig. 17.

Las mismas letras representan iguales rocas en los tres, á saber: *a*, granito común; *b*, granito gneísico; *c*, gneis amigdaloideo; *d*, gneis micáceo alternante con micacitas; *h*, micacitas y gneises superiores; *n*, pizarras paleozóicas; *p*, cuarcitas silurianas; *f*, falla.

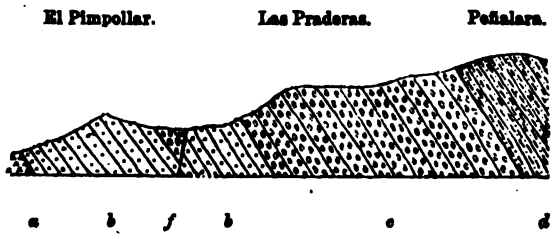


Fig. 18.

(1) *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos de España. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XII.

El granito gneísico de la base del sistema, fácil de confundir á primera vista con el granito común, se desarrolla muy potente en las laderas y cumbres del Pimpollar, buzando constantemente al SE.; y al S. del mismo sitio desaparece bajo el gneis amigdaloideo que continúa por las Praderas hasta cerca de la cumbre de Peñalara.

A medida que se asciende en vertical se va perdiendo el carácter glandular del gneis amigdaloideo, cuyos nódulos de ortosa se hacen menores, hasta reducirse á delgadas zonas de cuarzo y de feldespato alternando con otras más micáceas. En las mismas Praderas de Peñalara alternan con el gneis de la base otros rojos pizarreños, y á medida que el gneis micáceo predomina aparecen varios minerales, como el granate, la fibrolita, la titanita y la sillimanita, hasta que reemplazando ésta á la ortosa se pasa á las micacitas. Igual repetición se observa por la vertiente opuesta de la cordillera en las sierras del Escorial.

En la provincia de Avila, de donde se tomaron muchos datos estratigráficos, se observan, como en las restantes de la región, incesantes variaciones de dirección y buzamiento, algunas de las cuales vamos á trasladar. Se alinean los estratos de E. á O. en Saornil; al O.NO. en Tornadizos, Baldíos y Vega; al NO. en Arenas, Guisando, Mingorría y Navahondilla; al N. 10° O. en Peñalba; al N. 20 á 25° E. en Hoya tras el Canto y San Bartolomé de Pinares; al NE. en Mombeltrán, Ramacastañas, Ojos Albos, Berrocal y Maltraneco; al E.NE. en Arevalillo y Cebreros, siendo ocioso señalar sus diversos buzamientos é inclinaciones.

Análogos cambios encontraríamos á cada paso en la provincia de Segovia. Así, por ejemplo, en muchos parajes de Peñalara están casi horizontales los estratos que en la Peña del Oso y Montón de Trigo inclinan de 20 á 40° al SE., buzamiento predominante en las cercanías de San Ildefonso, Tabanera del Monte, entre Caballar y Turégano y otros muchos términos. En Fuente Pelayo inclinan las capas 20° O.; en la Salceda, Torre Iglesias y Caballar, 25° SO.; entre Cerezo de Arriba y Riofrío de Riaza, 50° NO., y, por el contrario, está comprendida la inclinación de 20 á 30° NE., es decir, forman

casi ángulo recto con las alineaciones anteriores, en Riaza, donde hay muchos pliegues, y en el extremo NE. de la provincia, término de Onrubia.

Hacia el puerto de la Quesera (Guadalajara) las micacitas inclinan fuertemente al SO., y las mismas rocas se ajustan á la dirección media de N. 9° O. junto á Bocígano, en el arroyo del Gustar, entre Peñalba y Cavido, etc.

Tanto como las direcciones varian las inclinaciones de las capas, que suelen ser mucho menores de lo que pudiera creerse, pues hay muchos parajes donde están casi horizontales, como en las márgenes del arroyo de las Zorreras, al NE. de Pocilgas (Salamanca), en el Berrocal, Cebreros, San Bartolomé de Pinares, al N. de Guisando, en Maltraneco y Mingorria.

Por el contrario, es lo más frecuente que no baje de 75° la inclinación de los bancos estrato-cristalinos en la mayor parte de los manchones zamoranos, buzando, ya al N.NO., ya al S.SE., pues son frecuentes los cambios, sobre todo en los altos de Villa de Pera, en la Peña del Cueto cerca de Zafara y en la Ribera de Fermoselle, donde se marca un eje sinclinal. Con inclinación media de 50° en la mancha de San Román, están muy dislocadas las capas; pero en conjunto las situadas al NO. del Duero buzan al SE., y las del lado opuesto al NE., atravesándolas numerosos diques graníticos y filones cuarzosos estanníferos algunos, turmaliníferos otros, cerca de su contacto con el granito.

ARTÍCULO V

REGIÓN BÉTICO-EXTREMEÑA

No baja de 3900 kilómetros cuadrados la extensión superficial de las manchas estrato-cristalinas en la región bético-extremeña, según detallamos á continuación.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Mancha de Azuaga.—La mancha más extensa de esta región, pues mide próximamente 1300 kilómetros cuadrados, tiene en su parte media á Azuaga, afectando en sus dos terceras partes á la provincia de Badajoz y en el resto á la de Córdoba, dirigida de NO. á SE. Al O. se halla en contacto con el mioceno de Almendralejo, coincidiendo casi enteramente sus confines con el arroyo Valdemedel; al N. la limitan el granito y el siluriano junto al río Matachel; el siluriano en la sierra de Hornachos, entre Retamal y Campillo de Llerena, y también al S. de Cuenca en los confines de Andalucía y de Extremadura, pasada la mancha diluvial de Granja de Torrehermosa, que en parte cubre ambos sistemas. Al NE. de Fuente Ovejuna se halla en contacto con el carbonífero, y á L. de la misma villa, hasta el camino de Villaharta á Villaviciosa, paralela al curso del Guadiato, se interpone entre el carbonífero y el estrato-cristalino una fajita cambriana desprendida de la masa general de la sierra de los Santos. El mismo sistema cambriano limita al que describimos por SE., formando un golfo triangular muy extenso entre Ojuelos Altos y el término de Villaviciosa; y la mancha hipogénica que hay al S. de Fuente Ovejuna contribuye en larga extensión á dividir más el extremo oriental de la arcáica en dos fajas: la del N., que por la Collada del Gamo invade gran parte del término de esa villa y sus anejos más inmediatos, y la del S., que desde la sierra de los Santos se enlaza con la mancha general pasados Piconcillo y Argallón.

La línea límite meridional que le separa casi en toda ella del cambriano, comienza en las vertientes orientales de sierra Cabrera, al NE. de Zafra; sigue por los Arenales de Usagre á Higuera de Llerena; entre Maguilla y Berlanga la toca un islotillo mioceno; pasa después á Azuaga; cruza del río Sotillo al mojón de las tres provincias de Badajoz, Sevilla y Córdoba, y continuando por esta última en largo trecho, no lejos de la derecha del Bembezar, termina junto al arroyo de las Cruces, al N. de San Calixto.

Se hallan enclavados en esta mancha varios isleos pequeños hipogénicos, uno mioceno al O. de Puebla del Prior, y otra mancha siluriana muy extensa que desde la sierra de Hornachos se prolonga hasta cerca de Granja de Torrehermosa y de Azuaga, pasando por los términos de Campillo de Llerena, Llera, Valencia de las Torres y Maguilla.

Otras manchas de Badajoz.—Al NO. de la anterior, en tierras de Barros y Almendralejo, hay otras varias manchas. Enclavadas en el mioceno hay seis muy próximas, cruzadas por el ferrocarril de Mérida á Zafra, una de ellas en el mismo Almendralajo y las otras cinco en Villafranca de los Barros. Villalba de los Barros y Aceuchal están edificados en otra, al SO. de Almendralejos, limitada al S. por el cambriano y en los demás rumbos por el mioceno; y mayor es la de Jerez de los Caballeros, rodeada por el cambriano en parte, en parte por rocas hipogénicas que en muchos isleos la recortan y acribillan, siendo el principal el de Valencia del Ventoso, que la separa por el E. de la siguiente. Por el opuesto rumbo llega á Zahinos y Oliva de Jerez; por el S. se acerca á Fregenal de la Sierra, y por el N., pasados Jerez de los Caballeros y Valverde, se aproxima á los valles de Matamoros, Santa Ana y Burguillos.

Entre Fuente de Cantos y Cazalla de la Sierra hay otra faja alargada, limitada al NO. por el granito del Ventoso, al N. y NE. por el cambriano desde Fuente de Cantos hasta los confines de Sevilla, y por el siluriano en las inmediaciones del río Biar, que la baña en su extremo oriental. Sus límites meridionales se hallan tocando al cambriano entre Valencia del Ventoso y Monasterio; al granito en los isleos de Monasterio, Nava Zapatera y sierra Padrona, y al siluriano en las zonas intermedias á estos tres isleos, el último de los cuales pertenece á Sevilla.

Asciende la superficie de estas manchas á 916 kilómetros cuadrados.

Mancha de Aracena.—La principal mancha estrato-cristalina de la provincia de Huelva es la de Aracena, continuación de una muy extensamente desarrollada en Portugal, pues por la cuenca del Tajo

avanza muy ramificada hasta más de 40 kilómetros al N. y al NO. de Evora, y por la del Guadiana penetra hasta la del rio Sado á P. de Beja. Su prolongación oriental se estrecha gradualmente desde la frontera de ambos reinos en Rosal de la Frontera hasta rematar en punta cerca de Zufre, midiendo en territorio español 1100 kilómetros cuadrados.

En su parte española esta mancha, enclavada en el siluriano y alineada de O. á E., tiene los siguientes límites septentrionales: desde el arroyo Zafarejo cruza por las Alpedras y los Ballesteros al N. de Aroche; cruza el ferrocarril de Zafra á Huelva al N. de La Nava; sigue por los términos de Valdelarco, Corte Concepción y Puertomoral, de cuyo pueblo, ajustándose casi del todo á las orillas del rio de Huelva, tuerce al SE. hasta cerca de Zufre. El límite meridional comienza en España en el puerto del Butrón; pasa á corta distancia al N. de Santa Bárbara; atraviesa el citado ferrocarril en Corte de Gil Márquez, de donde sigue á Almonaster, Santa Ana y Alajar, dejando á Aracena muy cerca por el M. de Jabuguillo; una de sus aldeas continúa á La Higuera, y de aquí á su terminación oriental ya citada. Un gran número de islotes hipogénicos y algunos silurianos se hallan enclavados dentro de esta mancha, á la que tocan otros muchos graníticos y porfídicos, que encajan en el siluriano que le rodea. Esta mancha es de las más notables de España por la variedad y cantidad de isleos hipogénicos que por todas partes la acribillan.

Mancha de Almadén de la Plata.—Al NE. de la gran faja arcáica internacional de Aracena, hay otra fajita más estrecha que interesa á las dos provincias de Sevilla y Huelva, á la que cruza el rio Cala en los confines de ambas al SE. de Santa Olalla, limitada á todo rumbo por el siluriano, tocando en su extremo oriental en el trías y el hipogénico. Con un ancho que en pocos sitios pasa de dos kilómetros se extiende en la provincia de Huelva en 31 de longitud, alineada al E.SE. desde la ribera de Hinojales, pasando al S. de las sierras Papuda y de la Galapersa y cruzada por parte de la Cucharera; pasa después al mismo Almadén de la Plata, á nueve kilómetros al E. de cuya villa concluye en las márgenes del arroyo

Garganta Fría. Mide una superficie de 70 kilómetros cuadrados.

Otras manchas de Sevilla.—Los remates orientales de la mancha anterior y de la de Fuente de Cantos terminan, según dijimos, dentro de la provincia de Sevilla, donde hay otras varias que rápidamente se enumeran á continuación, y cuya superficie total es de 314 kilómetros cuadrados. En el extremo NE. cerca del mojón de Córdoba y Badajoz, entre San Nicolás del Puerto y Fuente Ovejuna, asoma entre el cambriano un islote alargado de E. á O., cruzado por el arroyo Onzas y que casi toca la margen izquierda del Bembezar.

La principal mancha se halla al E. de Lora del Río, formando una faja de contornos sumamente irregulares. Comienza al N. del cerro del Hornillo, de donde alineada al SE. cruza el arroyo Parroso, y después la ribera de Huesna al NO. de Villanueva del Río, donde estrecha á menos de dos kilómetros. Vuelve á ensanchar en las márgenes del Galapagar, al N. de dicha población; cruza á Lora del Río; de aquí á Peñaflor, al NE. de cuya villa penetra en el término de Hornachuelos (Córdoba), terminando en punta muy cerca del Guadalquivir, al N. de Palma del Río. Se halla en contacto con el granito por el N.; por el NO. y el NE.; con el siluriano; por el SO., con el trías y el siluriano; por el S., con el hullero de Villanueva, el terciario y el cuaternario, hallándose su punta oriental en contacto con otra manchita miocena.

El granito del Pedroso separa de esta mancha otra que más al N. se alinea de NO. á SE., limitada en parte por rocas hipogénicas y en parte por el siluriano; y del lado opuesto de la principal hay otras mucho más pequeñas rodeadas de mioceno ó de masas diluviales, inmediatas al Guadalquivir, al SO. de Lora del Río y de Peñaflor. Otra faja alargada de E. á O. comienza á corta distancia del Castillo de las Guardas: cruza entre el Ronquillo y el Garrobo, y atraviesa parte del término de Castilblanco, pasando al N. de este pueblo. En la parte media de su línea meridional la toca en cinco kilómetros el siluriano, y en el resto de su perímetro la circunscribe el granito. Otra manchita inmediata á la anterior existe entre Almadén de la Plata y Castilblanco, rodeadas del siluriano por el N. y por granito

y pórfidos en los demás rumbos; y por fin, asoman otras varias al S., E. y NE. del último término entre rocas hipogénicas.

PETROLOGÍA

Idénticas en su composición y caracteres estratigráficos son las manchas de esta región, en las cuales predominan las micacitas, no siendo posible separar de la serie diversas rocas hipogénicas intercaladas en lechos muy regulares, casi siempre verticales ó fuertemente inclinados. Presenta su asociación un suelo abigarrado en zonas de colores claros y obscuros, con repetidos entrantes y salientes, según le constituyen por corto trecho las rocas cristalinas ó las micacitas repetidas veces alternantes.

«Así como la cordillera Carpetana, dice el Sr. Mac-Pherson [1], se distingue por el mayor desarrollo en la Península del arcáico inferior, y Galicia por la manera como se muestra la parte media, en Andalucía es donde más se manifiesta la parte superior, pues las rocas de los tramos inferiores afloran esporádicamente y como sacadas á la superficie en los anticlinales de los pliegues. De modo que cuantitativamente las pizarras micáceas y carbonosas son las predominantes; á éstas siguen las micacitas, anfibolitas y calizas, y se reduce el gneis á un mero accidente, viniendo generalmente en lechos de poco espesor.»

Granulitas.—Se intercalan entre las rocas genuinamente del sistema en el Puerto de la Cruz de Cortegana, donde son fino-granudas, blanquecinas ó gris-verdosas, según el predominio del feldespato ó de pequeños cristales de piroxena, y se hallan algunas al pie de la sierra de Linares y de otros parajes de la provincia de Huelva.

(1) *Descripción petrográfica de los materiales arcáicos de Andalucía. An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI, pág. 323.

Pegmatitas.—Más bien como parte integrante del estrato-cristalino que como diques ó manchitas hipogénicas, describe el Sr. Gonzalo Tarín en su Memoria de Huelva diversas pegmatitas asociadas á los gneises, anfibolitas, pizarras piroxénicas, calizas cristalinas, etc., del grupo medio del sistema, en el Castillo y Arroyo Cortegana, en la Merlina de Aroche, en los Romeros al N. de Almonaster, al pie de la sierra de Linares, en Aracena, etc.

Leptinitas.—Entre las talquitas y anfibolitas del grupo superior de la provincia de Huelva, se intercalan en algunos sitios varias capas de rocas feldespáticas, clasificadas de euritinas y leptinitas. Hacia las Lanchas de la aldea de Las Chinas son estratiformes, divididas á través por litoclasas compactas ó granudas y de color gris, y en el batán se extienden con 500 metros de anchura, continuando hasta El Jabugo su interpolación entre las talquitas, así como en la aldea de La Corte y otros parajes de los términos de Cortegana y Aroche.

Haleflinta.—Incluye también el Sr. Gonzalo Tarín entre la serie estrato-cristalina varios bancos de haleflinta que se intercalan con otras rocas á siete kilómetros al N. de Almonaster y en las inmediaciones del Castaño.

Gneis común.—A consecuencia del enorme desarrollo de las rocas hipogénicas de esta región que dislocaron y desgarraron los bancos extraordinariamente, el gneis común, así como las otras rocas del sistema, se extienden en isleos y zonas de pequeñas dimensiones.

Entre los gneises micáceos de la provincia de Huelva, mencionaremos los siguientes. En el túnel del Puerto de la Cruz (Cortegana) es gris verdoso, fino-granudo, muy duro, de mica negra alternante con otra verde en unos bancos; granitoideo, confusamente pizarreño en otros; poco micáfero en otros, con abundancia de pirita y cordierita en las inmediaciones de Santa Ana.

La cumbre de las Valeras es una de las constituídas principalmente por el gneis, que se prolonga al S. de Linares hasta tocar el sienito en el barranco del Prado. Una de las variedades que por allí se encuentran es la denominada *salón* en el país, en la cual los ele-

mentos están profundamente alterados, y del término de Linares se prolongan las capas al de Aracena, al E. de cuya villa es granudo, de fractura desigual, con mica negra desigualmente repartida y cristales de ortosa de color gris claro ó amarillo rojizo, de tamaños muy desiguales.

Rodeado de anfibolitas y otras rocas del sistema, hay un isleo de gneis á L. de Almonaster, desde el puerto de los Romeros hasta la sierra del Negrito, llegando por el S. hasta Fuenteloso y más allá de Santa Ana, en cuyas inmediaciones tiene mayor proporción de cuarzo que en el primer paraje citado, donde es fino-granudo y se halla bastante descompuesto, así como en la Era de la Mujer, donde encierra cristalillos de magnetita.

En Santa Ana hay un gneis compacto, pardo violado, de mica negra no muy abundante en capitas muy tenues, mucho cuarzo y feldespato ortosa, en sitios bien conservado y en otros muy descompuesto. Como los de la Serranía de Ronda, contiene esta roca mucha cordierita, á la que se asocia la fibrolita y á cuyos fragmentos incoloros rodean festones de mica magnesiana. También se notan algunos cristalillos de zircón, prismáticos, terminados por pirámides y de color amarillo claro.

En las inmediaciones de Palma, Peñaflor y el Pedroso, hay un gneis en que abunda la ortosa de pequeño tamaño, de contornos desgarrados y tinte rojizo, mica parda, pasando por alteraciones á otra verde, llena de cristalitos de rutilo; y cerca de Palma hay otro gneis rizado en microscópicos pliegues, en cuyos ángulos se notan, sirviéndose de secciones delgadas, lentejoncillos de cuarzo.

Entre las variedades más notables de gneis de la provincia de Córdoba, citaremos la llamada *flaserig* por los alemanes, de la granja de Torrehermosa, cerca de Fuente Ovejuna, que es de textura leñosa. Su feldespato de color de carne envuelve granillos de cuarzo, y su mica gris verdosa obscura está dispuesta en fajas onduladas. El gneis de las cercanías de Doña Rama, Argallón y otros puntos inmediatos es gris amarillento obscuro, de feldespato en descomposición, así como su mica, que tiene poco brillo, formando el cuarzo vetas

aisladas entre las caras de junta impregnadas también de costras arcillosas. En Piconcillo, el cortijo de Fuencalvillo y otros parajes próximos á Fuente Ovejuna, el gneis es de colores muy claros, de feldespato y cuarzo blanquecinos, mica plateada ó amarillenta, formando tránsito á las micacitas que siguen allí predominantes. Enclavado en el granito, entre Alcaracejos y Villanueva del Duque, asoma un gneis muy abundante en mica negra, con cuarzo y feldespato blancos casi indistinguibles, tal vez roca accesoria y dependiente de la hipogénica, pero que pudiera ser indicación de otra manchita estrato-cristalina, aparte de las ya enumeradas.

Gneis anfibólico.—En la provincia de Huelva suele ser rico en esfena y en anfibol, de color verde de yerba; está dispuesto en lechos paralelos, siendo más abundante que los elementos blancos, oligoclasa, ortosa y cuarzo, asociándose al gneis común en muchas de las localidades ya citadas.

Gneis piroxénico.—En los de la provincia de Huelva la piroxena, en playas estalactiformes ó en granos redondos, es verdosa, ligeramente policróica, con los cruceros *mm* (110) ($\overline{110}$) de extrema finura, acompañados muchas veces de los cruceros *h'* (100) y *g'* (0,10) interrumpidos. La acompaña el anfibol de origen posterior, observándose en él un policroismo muy claro, pues según n_g es verde de agua claro, según n_m verde claro y según n_p amarillo muy pálido, conforme á las observaciones del Sr. Lacroix. Moldean á los bisilicatos los feldespatos ortosa y oligoclasa y el cuarzo, en proporciones muy variables, y la calcita engloba en grandes playas todos los minerales anteriores. Examinado entre otros un ejemplar excepcional rico en calcita, sin duda por su proximidad á un cipolino, se le ve formado de una piroxena incolora en grandes cristales de varios milímetros de longitud, con frecuencia uralitizado, y acompañado de un anfibol en prismas alargados hasta cinco milímetros, con un policroismo vivo que es verde yerba según n_g, verde amarillento según n_m y amarillo claro según n_p, siendo $n_m > n_g > n_p$, y la extinción de unos 15° en *g'* (0,10). Posee la piroxena maclas según *h'* (100), que se muestran por numerosas laminillas hemitrópicas.

Un caso particular del gneis piroxénico es el de wernerita, que se distingue por su carencia de feldespato, al que reemplazan la esfena y la escapolita, esta última en granos redondos y en cristales alargados según la arista *mm* (110)($\overline{110}$). Sus colores de polarización son muy límpidos; los cruceros *mm* (110)($\overline{110}$) muy finos y claros, y las secciones, constantemente extinguidas, muestran la cruz negra de los minerales de un eje con signo negativo. Según el Sr. Lacroix, á quien se deben estas observaciones [1], esta escapolita se halla hendida, los productos de alteración micáceos son muy abundantes y la roca es rica en calcita secundaria.

El gneis piroxénico con wernerita se encuentra también en El Pedroso, según observaciones del mismo Sr. Lacroix. La roca es de color claro, y sin alineación bien marcada se mezclan en ella piroxena granuda verde clara, esfena rosada, wernerita, ortosa, oligoclasa, cuarzo y epidota secundaria. La wernerita ó dipiro forma grandes cristales alargados según la arista *mm* (110)($\overline{110}$), de cruceros prismáticos muy acentuados; está muy fisurada y engloba granos redondos de los otros elementos, afectando tales cristales formas irregulares con cavidades numerosas. Su birrefringencia es $n_g - n_p = 0{,}014$.

En otros ejemplares de la misma localidad se encuentra el zircón.

Micacitas.—Es notable entre Bélmez y Villanueva una variedad de micacita, divisible en hojas muy delgadas, de color gris verdoso y brillo semi-metálico, con manchas pardo-rojizas, asociada á otra granatífera de textura fibroso-ondulada, gris amarillenta y parduzca, junto á las cuales se encuentra una psefita gris verdosa y rojiza. Micacitas arcillosas parecidas, de colores amarillento, gris verdoso y pardo rojizo á la vez, se extienden desde Villaviciosa á la Alhondiguilla; y en el cerro de la Manzana, al S. de Fuencalvillo, hay, entre otras, una variedad blanquecina ó gris amarillenta de grano muy fino, empleada como piedra de afilar, asociada á pizarras cuarcíferas

(1) *Contributions à l'étude des gneiss a pyroxène et des roches à wernérite*, pág. 31.

y anfibolitas que en abundancia contienen granates hasta de un centímetro cúbico de volumen.

En su *Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla* (1), el Sr. Mac-Pherson examinó detenidamente varios tipos de micacitas de esta región. Las que se pueden llamar normales son generalmente bronceadas, y vistas al microscopio aparecen formadas de un magma cuarzoso granudo-cristalino, con abundancia de cristales de moscovita, inclusiones de materia carbonosa y bastante cantidad de hematites roja, ya en manchas de contorno irregular, ya en hojuelas de bordes redondos ó exagonales. Diseminadas por el cuarzo, se distinguen también numerosas agujitas de rutilo, algunas retorcidas en bellas agrupaciones ó macladas, transparentes y de color amarillo obscuro.

Las micacitas intercaladas en la parte superior de los gneises y granatitas del cerro del Hornillo, cerca de Biar, se distinguen por su textura granulosa, y están constituidas por zonas alternantes de una substancia roja y pulverulenta, separadas por otras más resistentes en que abunda la mica dorada ó verdosa. En secciones transparentes presentan al microscopio una textura notable, y con pequeños aumentos aparecen constituidas por manchas blancas irregulares cuyos contornos recuerdan vagamente las formas usuales del feldespato, semejándose por su aspecto á la pasta turbia felsítica de muchos pórfidos. Rodean á tales manchas espacios más obscuros ricos en mica y plaquitas de cuarzo, del cual, con aumentos suficientes, se notan numerosas esferillas de menos de una centésima de milímetro hasta de cinco centésimas. Estos pequeñísimos granos cuarzosos, reunidos entre sí, forman plaquitas impregnadas de cristalillos cúbicos de magnetita, algunos de los cuales existen también en el interior de dichas esferillas. Vistas con grandes aumentos en la luz polarizada, las manchas feldespáticas resultan constituidas por aglomeraciones de hebras y filamentos parecidos á los cristales de esa substancia que existen en rocas de imperfecta individualización,

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XI, pág. 226.

como los de algunas ofitas de la provincia de Cádiz. La mica de estas micacitas varía en sus colores. La verdosa clara tiende á descomponerse y está cuajada de microlitos opacos de colores obscuros. En las micacitas amarillentas la mica es de dos clases: una amarilla, algo turbia é indefinida en sus contornos, tal vez resultante de la descomposición de la otra, que es incolora, hialina, brillante, con matices verdes y encarnados á la luz polarizada y de absorción regularmente intensa. Con frecuencia esta mica aprisiona, en el sentido de su pinacoide básica, partículas carbonosas.

Las micacitas de Peñaflor asoman entre el Guadalquivir y la vía férrea, frente á Palma del Río, donde son de color gris verdoso con manchas amarillentas y de textura ondulada.

No abundan mucho las micacitas en la provincia de Huelva, citándose algunos bancos en la sierra del Negrito, entre el Castaño y Alájar y al N. de Aracena, donde tienen sericita y se apoyan sobre bancos de caliza.

Talquitas.—En la provincia de Córdoba las filadiformes alternan con pizarras cloríticas nodulosas y micacitas arcillosas entre los Blázquez y Cuenca; y en la parte N. de la de Sevilla, si bien por regla general el cuarzo las presta cierta dureza, en algunos sitios pasa á ser una verdadera esteatita, y así sucede, entre otros parajes, en el cerro de la Atalaya, entre la ribera de San Pedro y el Parroso. Examinada al microscopio, se la ve constituída por numerosas hebras muy brillantes con la luz polarizada, envueltas en un magma de escasa acción sobre ésta, que es muy viva, por el contrario, en las plaquitas de cuarzo que las acompañan.

Son varias las comarcas de la provincia de Huelva donde se desarrollan ampliamente las talquitas, distinguiendo el Sr. Gonzalo Tarín dos niveles diferentes. Entre el Agua Agria del término de Alájar y la sierra de los Madroñeros se asocian á las calizas de la parte alta del grupo medio; pero en el superior tienen mucho mayor desarrollo en los alrededores de Aracena, haciéndose muy arcillosas.

Entre Linares y los Marines las cristalinas del grupo superior son tabulares, blandas y de coloraciones diversas; se hacen menos bri-

llantes y más arcillosas en la sierra Marina y Cortelazor, pasando á terrosas en Fuenteheridos, y sobresalen en crestas dentelladas las de alguna consistencia. Las mismas continúan á Galaroza y Las Chinas, donde son relucientes y de colores claros, así como en Las Lanchas y en el valle del Múrtiga, junto á Jabugo, donde se fraccionan en hojuelas sumamente tenues, como si fuesen montones de escamas de pescado. Ya con sus caracteres generales, ya profundamente alteradas, ora granudas, ora cristalinas ó terrosas, abundan entre el barranco Monte Morillo y La Nava.

Las talquitas con sericita, ó sean las pizarras talco-sericíticas más ó menos relucientes, forman parte de este tramo del sistema en los términos de Galaroza, El Jabugo, Aroche y Cortegana, conteniendo algunas vetillas de pirita de hierro en el sitio llamado Cañuelo. En la ladera septentrional de sierra Marina, entre Cortelazor é Hinojales, y en Valdelarco, son desigualmente hojosas, de superficie rugosa.

Con mucha uniformidad de caracteres se desarrollan las mismas talquitas en las vertientes meridionales del Chanza al S. del Rosal, desde las minas de Poyatos hasta Cortegana, y por gran parte del término de Aroche, alternando las duras y granudas parecidas á areniscas de grano fino, con las foliáceas y lustrosas. En las Adelfas Blancas al pie de la sierra Pelada, llamada así por su completa aridez, pasan á ser unas pizarras arcillosas con talco, sericita, hojuelas sumamente diminutas de mica, venas discontinuas y nódulos de cuarzo. Continúan las mismas rocas al término de Paymogo, donde abunda la variedad fino-granuda, áspera al tacto, dura, verdosa, con reflejos amarillentos y rojizos, pasando también al S. de Santa Ana, entre Alájar y las sierras del Pico y La Giralda.

Las talquitas del mismo subtramo en el Valle Guijarro son arcillo-sericíticas, muy hojosas, verdosas y amarillentas, blandas y lustrosas, y se reducen á polvo untuoso é impalpable.

Considera el Sr. Gonzalo Tarín correspondientes al subtramo superior del tramo de las talquitas las lustrosas de hojas curvas y blandas de las umbrías de las sierras de Zufre y de Santa Bárbara; las que se extienden al N. de la sierra de la Charneca, por los términos

de Puerto Moral y Corte Concepción; las que en el término de Aracena, pasada la fuente del Rey, se extienden por los cerros de Las Delgadas, Montepeluca, Puerto de la Sabina y las erizadas cortaduras que rodean la aldea Carboneras.

Las talquitas superiores tienen variados caracteres en las cercanías de Castañuelo, Corterangel y otras aldeas inmediatas, formando tránsitos á las filitas en unos sitios, terrosas en otros, de fractura desigual y astillosa en otros, más ó menos cristalinas y de caras onduladas en Las Navas, al NO. de Aracena, y casi en todas partes cruzadas por vetas y filones de cuarzo.

Obsérvase en Huelva que cuanto más se asciende en el nivel geológico de la serie, la descomposición de las talquitas y anfibolitas no es tan avanzada, resultando en amplios espacios un suelo cada vez más estéril, hasta hacerse impropio para el cultivo agrario en el subtramo de las talquitas superiores y en el tramo de las filitas.

Pizarras cloríticas.—Entre las muchas que se intercalan con las anfibolitas en las micacitas del N. de la provincia de Sevilla, citaremos las de la falda meridional de la sierra del Cañuelo, donde son blandas, de color verde claro, apareciendo al microscopio como un agregado de filamentos de clorita y numerosos é irregulares fragmentos de actinota incolora y retorcida.

Algunas hay también intercaladas en otras rocas del sistema, entre los Blázquez y Cuenca y en las cercanías de Fuente Ovejuna (Córdoba), y en el tramo inferior del grupo de la provincia de Huelva se encuentran entre Linares y Cortelazor, entre Aracena y Castañuelo, entre las sierras de Estrebegil y la Tallisca, sin caracteres dignos de mención.

Filitas.—Hay bastante uniformidad en las filitas de la provincia de Huelva, con pequeñas variaciones en sus caracteres, según que sean más ó menos satinadas y lustrosas, de fácil ó de difícil exfoliación y generalmente de color gris azulado, y así se ven al N. de Puerto Moral, en la erizada loma de Los Vascos, del riscoso término de Carboneras; en la sierra de la Coronada y otras inmediatas á Cortelazor; en las de Vallelevanto y La Algaba; en la cumbre de las Alpie-

dras y otros parajes del término de Aroche, donde hay algunas moradas alternantes con otras variedades.

Más al S. se encuentran filitas en varias manchas de la parte superior del sistema, al S. de Linares y de Alájar, entre este pueblo y las sierras de La Giralda y El Pico, y en algunas estribaciones de la sierra Pelada, al O. de Almonaster, donde son muy lustrosas y contienen sericita.

El filadio chiastolítico de la ribera de Huelva, entre Aracena y Arroyomolinos, gris azulado, duro y de fractura desigual, contiene pequeños cristales de andalucita; al S. de la sierra de Vallelevanto, á orillas del Múrtiga, los filones son gris verdosos, y siguiendo por el término de Aroche hasta la frontera portuguesa, alternan con pizarras arcillosas moradas y compactas y con talquitas filadiformes, habiendo en algunos de aquéllos cristales de andalucita hasta de más de tres centímetros de largo, substancia que también se halla en los filadios de la cuesta de Rincomalillo, al SO. de Almonaster.

Los filadios y pizarras lustrosas negras ó blanquecinas de la parte superior del sistema presentan en la provincia de Sevilla los mismos caracteres que en el resto de la Península y siguen las mismas inflexiones que los tramos inferiores.

Anfibolitas.—Aunque las rocas verdes no forman en Andalucía tan grandes macizos como en Galicia, abundan bastante, asociadas ó no á las calizas; y así como la piroxena es en la región central el elemento dominante de esta clase de rocas, en el que describimos es el anfibol. En su gran mayoría están constituídas por trozos y cristales grandes de anfibol verde botella, de contorno irregular, muchas veces maclados, cuarzo granulítico no muy abundante, feldespato oligoclasa escaso en cristalillos pequeños y aislados, titanita á veces en aglomeraciones considerables, rutilo y magnetita abundante.

Alternan con talquitas y micacitas en la fajita estrato-cristalina que se extiende entre los Blázquez y Cuenca; y más que en la de Córdoba abundan en la provincia de Sevilla con los caracteres generales ya expresados, principalmente entre Lora, el cortijo de Majalimar y el Huesna.

Gran parte de las manchitas inmediatas á Palma del Río y á Peñaflor están formadas de anfibolitas; y es notable, entre otras, una variedad en que el anfibol termina en haces de agujillas divergentes.

No es fácil distinguir claramente las dioritas pizarreñas ó pizarras dioríticas de las anfibolitas propiamente tales que por muchos sitios de la provincia de Huelva se intercalan en las rocas del sistema, y por eso prefiere el Sr. Gonzalo comprenderlas á todas como anfibolitas, ya compactas, ya hojosas, puesto que en su composición no caben grandes distinciones, y más teniendo en cuenta los infinitos tránsitos de unas á otras. Por tal razón relataremos simultáneamente las principales variedades de unas y otras.

Las pizarras dioríticas de Maladúa, cerca de Aroche, son granudo-cristalinas, gris obscuras, de gran dureza y con el feldespato blanco intercalado en lechos desiguales entre el anfibol. Entre Aroche y Cortegana abundan las dioritas verdosas, muy variables en su textura y la proporción de sus elementos, sobre todo en La Zamita. Las pizarras anfibólicas del túnel de la Cruz de Cortegana están cuajadas de granillos de pirita de hierro y suelen ser califeras, y las que hay al N. de Almonaster encierran grandes cristales de anfibol.

Anfibolitas compactas de carácter estratigráfico poco marcado son las del barranco Porrejona de Cortegana, de las cercanías del Castaño y de Alájar y algunas de la sierra de Linares; en la solana de esta última se intercalan con kersantitas y otras rocas feldespáticas, y entre Linares y Aracena vuelven á ser tabulares, cruzadas por muchas litoclasas.

En el tramo inferior del grupo de las talquitas son ya más escasas y se encuentran en grado de descomposición bastante avanzado, según se observa hacia la aldea de Las Chinas. En las Lanchas es á trechos compacta y á trechos pizarreña, y entre el barranco Monte Morillo y el macizo sienítico de La Nava se intercalan repetidas veces entre las talquitas, unas y otras profundamente alteradas en su composición y en su estructura, como también sucede en las aldeas de La Corte y Puerto Lucía, entre Aroche y Cortegana, en Cortelazor é Hinojales, etc.

Pizarras piroxénicas.—Varios son los sitios de la provincia de Huelva donde se asocian á las calizas cristalinas, á los gneises y otras rocas del sistema. En el Puerto de la Cruz de Cortegana suelen ser califeras, tan cargadas de pirita de hierro en algunos sitios que pasan á una verdadera mena, existiendo bancos en que son fino-granudas é imperfectamente estratificadas.

Granatita.—Con las rocas gneísicas del cerro del Hornillo (Sevilla) alternan delgadas capas de granatita formada por granate pardo rojizo salpicado de cristales blancos de feldespato y rosetas de hematites roja. Al microscopio se observan además pequeñas placas de cuarzo y fragmentos irregulares de tremolita hialina, fibrosa, agrupada en agujas alargadas en el sentido cristalográfico. Atraviesan al granate numerosas grietecillas rellenas de productos ocráceos, procedentes de los grumos y fragmentos de magnetita ó de otros óxidos de hierro que en aquél se encierran.

Eclogita del Pedroso.—Con este título publicó el Sr. Calderón (1) una interesante nota relativa á esta roca curiosa, que á simple vista aparece como un agregado granudo-cristalino, negro, de brillo resinoso, muy tenaz y muy denso (3,7), en cuya pasta se destacan abundantes granates.

Examinada al microscopio, se nota que su piroxena onfacita, amarillenta verdosa, casi transparente, ofrece tonos verdes y morados á la luz polarizada, y en sus granos, que son muy pobres en inclusiones, abundan los poros y muchas fracturas. El granate se halla en granos porfídicos irregulares, atravesados por grietas desiguales, siempre muy diáfanos y completamente isótropos, rodeándoles una zona obscura de un mineral evolutivo, finamente rayado, insoluble en los ácidos con cierto parecido á la kefelita, especie todavía poco conocida, derivada también del granate. Ese mineral de dicha zona difiere de la kefelita de Kremze (Bohemia) por ser más blando, menos homogéneo y cambiar de color con el espesor de la sección, pues de pardo negruzco pasa á verde amarillento, á medida que se

(1) *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVII, pág. 95.

adelgazan las láminas hasta hacerse fibroso. Según el profesor Schrauf, es aquél un agregado acicular del grupo anfibólico-piroxénico, formado á expensas del granate, sin haber experimentado esfuerzos químicos ni térmicos. Accidentalmente se ven hojuelas de biotita roja, derivadas de la onfacita, sin que pueda citarse otro mineral, á no ser que exista la clorita en muy exiguas cantidades.

Es todavía dudoso si esta roca forma parte del estrato-cristalino ó corresponde á un pequeño asomo hipogénico, y el Sr. Calderón cree que se debe su formación á un accidente producido por intercalaciones metamórficas locales y circunscritas.

Calizas.—Abundan las calizas cristalinas en las manchas del N. de la provincia de Sevilla, con frecuencia dolomíticas, á veces desmoronadas en arena menuda blanca como la nieve, en sitios marmóreas, veteadas de azul y de color de rosa pálido.

Las blancas cristalinas del Cerro del Burro están salpicadas de cristalillos negro-verdosos de peridoto; y examinadas al microscopio, el Sr. Mac-Pherson [1] observó que están constituidas por un agregado cristalino de carbonato de cal con planos de crucero muy bien determinados. A los cristalillos y fragmentos de peridoto que contienen, incoloros y de superficie rugosa, atraviesan numerosas grietecillas irregulares rellenas de serpentina de color verde aceituna, y es curioso notar en aquéllos las numerosas vetillas de serpentina formadas con las ramificaciones de hierro magnético ó cromatado, como puede verse en cualquier masa grande de serpentina procedente de la hidratación de una roca peridótica. En algunos fragmentos la serpentinización se efectuó por completo; pero en otros restan pequeños trocitos de peridoto envueltos en una espesa malla de serpentina, que tiene bastante acción sobre la luz polarizada, y en casos muy raros penetra en la caliza. Aunque muy pocas, se observan también en ésta algunas escamas de mica anteada, muy dicróica y bien conservada, y fragmentos menudos é irregulares de espinela cromífera verde obscura.

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo VI, pág. 227.

También existe el peridoto, aunque no se observe á simple vista, en las calizas del término del Real de la Jara, que son sacaroideas, azuladas y rojizas. En sección transparente se ve al microscopio el olivino en granos redondos, en exágonos y octógonos que á lo sumo tienen tres décimos de milímetro. Su serpentinización se verifica en la mayor parte formando capas concéntricas amarillas, más bien que en las vetillas entretejidas, que es general en otras partes. Cristalillos mayores de magnetita se hallan diseminados por la roca con irregularidad.

En las cercanías de Almadén de la Plata existen otras calizas, blancas y sacaroideas en algunos sitios, que empastan numerosos cristales prolongados y fibrosos de actinota verde clara, algunos hasta de cuatro centímetros de largo, y en general en un tejido apretado. En los puntos expuestos á los agentes atmosféricos, la actinota se convierte en asbesto y la caliza tiene el aspecto de fosilífera. En su mayor estado de pureza la actinota es casi incolora ó ligeramente verdosa y su dicroísmo es muy débil; sus cristales se hallan fracturados normalmente á su eje, rellenando el carbonato de cal los intersticios de sus diversos fragmentos. Entre el asbesto y la actinota se observan también algunos trocitos de hornablenda de color verde botella; y aunque muy escasos, se hallan otros cristalillos amarillentos de titanita.

En el cipolino de la sierra de Peñaflor se asocian al dipiro la esfena, el rutilo, la mica parda, el cuarzo, el anfibol, el labrador y la clorita. El dipiro, análogo por su forma al de las calizas metamórficas de los Pirineos, forma prismas alargados según mm $(110)(\overline{110})$ de dos milímetros de largo, frecuentemente rotos y vueltos á soldar *in situ*, siendo su birrefringencia máxima de $n_g - n_p = 0{,}014$.

El mayor desarrollo de calizas cristalinas del sistema en la provincia de Huelva se halla en la sierra de Alájar, donde varía mucho de caracteres, extendiéndose por el Cerro de los Angeles hasta las Urraleras de Fuenteheridos hacia el N., aproximándose á la sierra de La Castaña por O. y continuando por las de Linares y Aracena en rumbo opuesto. En unos puntos está impregnada de hematites pro-

cedente de los cristales cúbicos de pirita que abundan en ella; en otros envuelve nódulos de tremolita blanco-verdosa.

En la sierra de La Molinilla al S. de Linares se desarrollan más las calizas que en la inmediata cumbre de Las Valeras, constituídas principalmente por el gneis micáceo, entre el cual se reducen aquéllas á una faja de 50 metros en el barranco Riandero y La Callejilla, y constituyen también el núcleo principal de la sierra de Linares, aparte de diversas intercalaciones entre rocas feldespáticas y anfibólicas en bancos delgados cerca de este pueblo.

Cerca de Santa Ana contiene cristales de pirita de hierro, y en el cerro de La Jorra y otros parajes de la sierra de Almonaster hay estrechas capas de la sacaroidea, blanca, blanda, micácea y con manchas de piroxena. En la cumbre de Los Calares de Cortegana y al E.SE. del pueblo se descubren también otros pequeños asomos; y de mayor importancia son los muchos del término de Aroche, acribillados de rocas hipogénicas que las metamorfosearon con variaciones de color y de textura. Existen otros varios asomos de caliza más ó menos cristalina en El Naranjal, Mosquina, Potrico y Solete.

En el puerto de la Cruz de Cortegana se intercalan entre pizarras piroxénicas y gneis varios bancos de caliza blanca con granos de piroxena verde, substancia que á trechos impregna de tal modo á la caliza que ésta pudiera considerarse como una protocalcita, siguiendo la clasificación de Cordier. Algunas son bastante puras, blancas, sacaroideas, y otras por su color muy verdoso parecen rocas anfibólicas ó piroxénicas á primera vista.

Calizas cristalinas de colores claros y con granos de pirita de hierro se incluyen en el gneis entre Santa Ana y Alájar.

Se intercalan entre rocas verdes en Aracena en el grupo medio del sistema y con anfibolitas y talquitas en el subtramo inferior del grupo superior varias fajas de caliza, siendo notables la blanca marmórea de que brota la fuente del Rey, y la blanca violácea, algo magnesiana, que cruza el camino de Sevilla. Las mismas pasan por los Marines á las cercanías de Fuenteheridos y de Galaroza, al S. de cuya villa hay grandes canteras de donde se extraen las blancas, ro-

sadas y jaspeadas, intercalándose íntimamente entre las talquitas en la peña Conejera que hay al N. de la misma.

Al S. de las Lanchas entre las talquitas encaja un banco de caliza blanca cristalina que contiene pintas de carbonato de cobre, reapareciendo en El Jabugo y hasta mitad del camino de este pueblo al Castaño. Al N. de La Nava se asocia á las filitas lustrosas otro banco de caliza cristalizada, posterior á las ya reseñadas, interponiéndose entre las talquitas del subtramo superior otras calizas gris-obscuras que se extienden al N. de la sierra de la Charneca y pasan á la cumbre de Montepelma, en término de Aracena.

ESTRATIGRAFÍA

Análogamente á lo que pasa en las otras regiones, el estrato-cristalino de la bético-extremeña aflora á través de los bancos cambrianos y silurianos, denotando que en estas edades estaban ya las rocas del arcáico en el mismo sér y estado que en la actualidad. Con frecuencia se ven en las grauwackas y conglomerados cambrianos cantos procedentes del estrato-cristalino, como sucede entre Guadalcanal, Malcocinado y Azuaga, donde los hay de las micacitas y gneis de Fuente Ovejuna y la sierra de los Santos; y también es frecuente, sobre todo en las cercanías de Cabeza de Buey, que las grauwackas y pizarras cambrianas empasten fragmentos de filitas idénticas á las que coronan toda la serie arcáica de Andalucía. «Hechos son éstos, agrega el Sr. Mac-Pherson [1], de capital importancia, pues establecen de un modo terminante que los depósitos arcáicos de Sierra Morena no pueden considerarse como efectos de un metamorfismo verificado en materiales del cambriano y otros terrenos posteriores.»

Así como en las dos regiones anteriores el arcáico se exhibe con muchos cortes naturales que exponen la sucesión de sus materiales y hasta los menores detalles de su constitución íntima, en Sierra

(1) *Terr. arcáicos de España*, pág. 28.

Morena, por el contrario, escasean esos cortes y las rocas del sistema aparecen de un modo fragmentario, raras veces completo.

Con caracteres siempre constantes en esta región se distinguen los dos tramos medio y superior del sistema: el primero constituido por micacitas y lechos delgados alternantes de gneis, mucho más escaso, algunas talquitas, anfibolitas y gruesos bancos de caliza; y el segundo representado por varias de estas rocas alternantes é infrayacentes á filitas ó filadios lustrosos que tienen gran espesor.

Las capas se hallan todavía más dislocadas en esta región que en las anteriormente descritas, pues todas las manchas de Sierra Morena aparecen acribilladas de millares de isleos hipogénicos, cuyas rocas las desgarraron en todos sentidos, y á causa de la falta de uniformidad y de constancia de los caracteres litológicos, es muy difícil la determinación específica de aquéllas.

Comenzando la relación por la provincia de Huelva, seguiremos á nuestro compañero el Sr. Gonzalo Tarín, quien, con profusión de detalles, señala diferentes itinerarios y cortes en su *Memoria física, geológica y minera.*

La parte más antigua, ó sea el tramo medio del sistema, se desarrolla principalmente entre Aroche, Jabuguillo y Valdezafre en una longitud de 40 kilómetros con un ancho de tres.

En el meridiano de Aroche se marcha por micacitas arcillosas del grupo superior desde la sierra de la Alcazaba hasta el barranco de La Mosquina, donde asoman las dioritas estratiformes ó anfibolitas alineadas verticalmente al N. 6° E., concordantes con el gneis y las calizas cristalinas hasta las riberas Peramora y Chanza, en gran parte formadas de rocas feldespáticas. En La Campana y La Mosquina reaparecen varias fajas de calizas marmóreas de diversos colores claros, limitadas por las rocas hipogénicas que se extienden hasta las márgenes del Chanza, sobre cuya derecha asoman las pizarras talcosas con sericita del tramo superior; y siguiendo de Aroche á Cortegana, hasta el último tercio del camino se cruzan numerosas fajas calizas intercaladas entre granulitas, pegmatitas y dioritas pizarreñas, alternando, por fin, con éstas varias capas

de gneis. En la Zamita son muy numerosos los pliegues y fallas.

El túnel de la Cruz de Cortegana, en el ferrocarril de Zafra, corta normalmente los estratos del sistema apoyados sobre una masa sienítica, alternando repetidas veces el gneis micáceo y el de cordierita con calizas marmóreas y piroxénicas, granulitas, piroxenitas y anfibolitas en una longitud de 300 metros, hasta terminar en otra masa sienítica, pasada la cual se sucede de nuevo otra alternación de las mismas rocas por el lado del S. del Puerto.

Entre este último y Almonaster se repiten las mismas alternancias, inclinando ligeramente al E. 15° N. las anfibolitas cerca del barranco Porrejona, y desviándose al NO. con multiplicados pliegues y fracturas alrededor de la masa hipogénica de la escuela y puntiaguda sierra de La Jorra. Estas rocas anfibólicas, con tres bancos de caliza blanca sacarina y algún lecho de pizarra piroxénica interpuesto, continúan hasta la falda septentrional del cerro del Castillo, donde sus estratos inclinan 70° al E.NE. hasta su separación por una falla de los filadios arcillosos paleozóicos, según se indica en la figura 19.

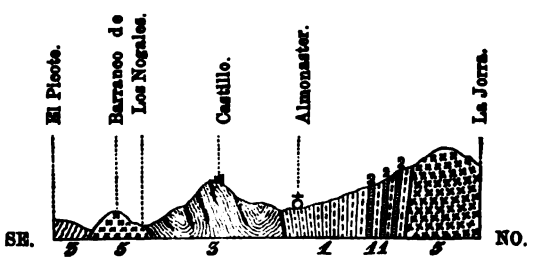


Fig. 19.

1. Pizarras anfibólicas.—2. Calizas cristalinas.—3. Filadios arcillosos con cuarcitas.—5. Rocas hipogénicas.

Entre Santa Ana y El Castaño, pasadas varias capas de gneis con algunas de calizas intercaladas, asoman junto al segundo pueblo las pegmatitas, anfibolitas, haleflintas y micacitas, alineadas al N. 15° O. en las faldas meridionales de la sierra del Negrito; pero cerca de

allí, al SE. del Castaño, se desvían al N. 42° O. con buzamiento septentrional.

En el meridiano de Linares, desde las talquitas de los Marines hasta el sienito inmediato á la sierra de la Molinilla, se suceden las rocas con arreglo al corte de la figura 20.

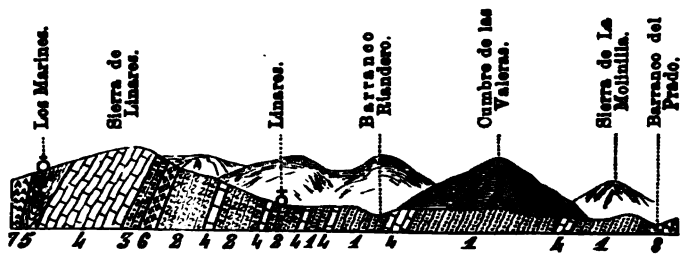


Fig. 20.

1. Gneis.—2. Pegmatitas y otras rocas feldespáticas.—3. Anfibolitas y pegmatitas.—4. Calizas.—5. Talquitas.—6. Kersantita.—7. Diabasa.—8. Sienito.

Obsérvese el desarrollo de las calizas en la sierra de Linares, entre este pueblo y los Marines, y el del gneis hacia la cumbre de las Valeras, quedando intermedia una zona en que repetidamente alternan con esas dos rocas las anfibolitas, pegmatitas y otras feldespáticas.

La figura 21 da una idea de la disposición de los estratos entre Aracena y el puerto del Tamborilero.

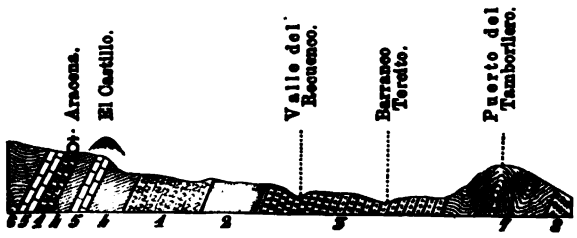


Fig. 21.

1. Gneis.—2. Diorita pizarreña.—3. Pizarra anfibólica.—4. Pegmatitas.—5. Calizas.—6. Micacitas con sericita.—7. Filadios arcillosos.—8. Sienito.

El Sr. Gonzalo Tarín considera [1] dividido en tres tramos el grupo superior del sistema, á saber: de las micacitas, de las talquitas y de las filitas, subdividiendo el medio en dos subtramos.

El tramo de las micacitas se reduce á las que constituyen la loma del Chorrito, que sobresale entre Santa Ana y el Castaño, cuyos estratos están rotos y trastornados en todos sentidos, pero conservando claros y uniformes sus caracteres mineralógicos entre la haleflinta y las anfibolitas del tramo gneísico ó grupo medio al N., y el gneis micáfero y las calizas cristalinas que asoman en la cumbre de la Era de la Mujer por el S., resultando un manchoncillo alargado de NO. á SE.

Distingue el mismo geólogo dos subtramos entre las talquitas de Huelva. El inferior, en que son más cristalinas y relucientes, se extiende por Levante hasta Aracena, por el O. hasta el isleo granítico del Chanza y de N. á S. desde las calizas de la sierra de Aracena y El Jabugo hasta la sierra Marina y el sienito de La Nava, y se compone de talquitas con sericita, anfibolitas, pizarras cloríticas y feldespáticas, encerrando cuarzo y algunos minerales metalíferos. El subtramo superior es de composición mucho más sencilla, pues fuera de contados lechos de calizas marmóreas, le constituyen casi exclusivamente las talquitas lustrosas, rara vez brillantes, blandas, suaves al tacto, imperfectamente hojosas, de colores más obscuros que las del subtramo inferior, gris verdosas, rojas ó pardas, á veces con irisaciones doradas ó blanquecinas. Su desarrollo es mucho mayor que el del subtramo inferior, pues no ocupan menos de 400 kilómetros cuadrados, distinguiéndose dos macizos ó ramas á N. y S. del grupo gneísico, que le divide á modo de cuña alargada de E. á O.; el macizo del S., que principia en la cuesta de Rincomalillo, al SO. de Almonaster, y continúa á Poniente hasta más allá de la frontera portuguesa, y el del N., que comienza en la sierra de Zufre, forma un seno en la aldea La Umbría, deja al S. á Puerto Moral, se prolonga de Castañuelo á Corterangel y cerro de los Ballesteros, y pasada la cumbre de las Alpiedras se interna en Portugal.

(1) *Memoria de Huelva*, pág. 326.

Al S. de Aracena adquieren notable ensanche las anfibolitas de este grupo en el barranco Torcito y el valle del Recuenco; y más cerca de esa villa se apoyan sobre los gneises y pegmatitas, entre los cuales se intercalan algunos bancos de calizas. Al N. de Aracena se cruza en tres kilómetros hasta la Cruz del Aragonés el tramo inferior de talquitas correspondientes al tramo superior; sobre las talquitas terrosas que hay á la salida de la villa se desarrolla la gran zona caliza de la sierra de San Ginés, á la que sigue otra de talquitas cristalinas de 200 metros de anchura, otra de anfibolitas verdes antes de Las Navas, reapareciendo otra vez la talquita con cuarzo intercalado entre sus estratos, los cuales se apoyan sobre otras rocas más cristalinas del tramo medio.

Marchando también de S. á N. desde Linares á Cortelazor, se cruzan las rocas del mismo tramo, sucediendo á las talquitas cristalinas en capas muy trastornadas, divididas por numerosas litoclasas hasta su contacto con las calizas de los Marines, á las que siguen varias rocas verdes afaníticas, pizarras de talco y sericita y otras cloríticas, hasta una masa hipogénica que hay en la falda N. de ese monte, pasada la cual reaparecen las talquitas con lentejones de caliza, según se indica en la figura 22.

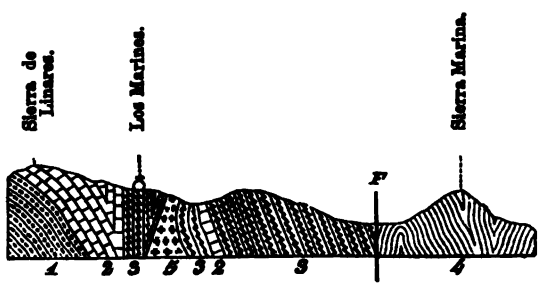


Fig. 22.

1. Anfibolitas pizarreñas, leptinita y otras rocas del grupo inferior.—2. Calizas cristalinas.—3. Talquitas del subtramo inferior.—4. Talquitas arcillosas del subtramo superior.—5. Roca hipogénica.—*F*. Falla.

Las mismas talquitas y calizas se prolongan á las cercanías de Fuenteheridos y de Galaroza, arrumbadas al O. 7° N. en la Peña Co-

nejera, al N. del último pueblo, donde se retuercen sus capas en varios sentidos; pasando hasta la aldea de Las Chinas, junto á la cual se hace más compleja la composición del sistema, pues á las talquitas relucientes y cristalinas acompañan diversas rocas feldespáticas y anfibólicas.

Entre Las Lanchas y el Jabugo se intercalan igualmente entre las talquitas, generalmente descompuestas, anfibolitas, euritinas y lentejones de caliza, todas cortadas por muchas fallas que desarreglaron en extremo sus estratos.

Todavía se muestran mucho más alterados entre el barranco Monte Morillo y el macizo sienítico de La Nava, según se representa en la figura 23.

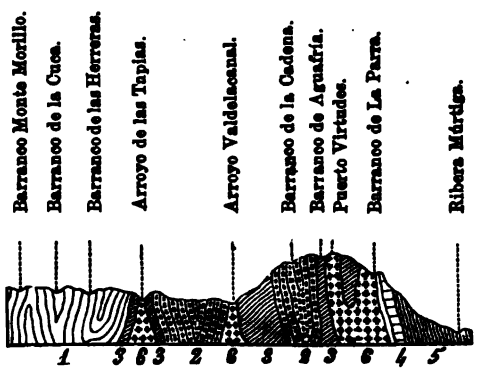


Fig. 23.

1. Anfibolitas.—2. Talquitas y anfibolitas.—3. Las mismas rocas metamorfoseadas.—4. Caliza cristalina.—5. Filitas arcillosas.—6. Rocas hipogénicas.

Las anfibolitas y las talquitas, repetidas veces alternantes, se hallan en varias zonas muy metamorfoseadas por el contacto de numerosos isleos y diques feldespáticos.

Con idéntica composición se presenta esta parte del sistema al N. de Aroche y Cortegana, sin más diferencia que la mayor proporción de sericita en sus talquitas, que al N. de Puerto Lucía, en el barranco Helechoso, inclinan 60° al NE.

Los bancos de caliza de los Marines, en la sierra de Linares, inclinan 30° NE.; los de la Campana de Aroche se alinean verticales al O. 30° N.; en la cumbre de Las Valeras, al S. de Linares, inclinan 45° N. y 26° E. Las talquitas y calizas intercaladas de la fuente del Rey, de Aracena, inclinan 60° N. y 42° E.; pero cerca de allí, en las laderas de Las Delgadas y Montepeluca, se arrumban al O. 21° N., á causa de uno de tantos desarreglos estratigráficos.

Entre la Higuera y la ribera de Huelva la parte superior del sistema se muestra encajada entre pizarras y grauwackas silurianas, según indica la figura 24, oscilando las direcciones más constantes entre O. 12° N. y O. 25° N., con buzamiento septentrional.

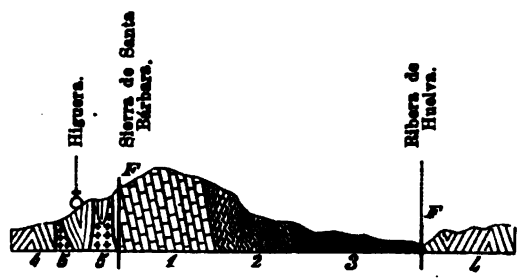


Fig. 24.

1. Caliza cristalina.—2. Talquitas arcillosas con sericita.—3. Filitas satinadas y lustrosas.—4. Pizarras y grauwackas silurianas.—5. Rocas hipogénicas.—*F*. Fallas.

Las mismas talquitas de este corte continúan á los términos de Puerto Moral y hasta la villa Corte Concepción, acompañadas de calizas cristalinas é inclinadas 70° N. 24° E.

No se muestra tan claramente la separación de los dos subtramos de las talquitas entre Aracena y el Castañuelo, pues á causa de múltiples fallas se interpolan diferentes fajas de ambos arrumbados al O. 20° N. en la Cruz del Aragonés, intercalándose en la serie otras zonas de pizarras cloríticas y principiando al N. de la citada aldea las filitas.

Entre Castañuelo y Corterangel continúa la alternación de talqui-

tas y pizarras cloríticas, cruzadas por asomos de diabasas. Esas mismas talquitas inclinan fuertemente al N.NE. en Las Navas, y sufren repetidos pliegues con la alineación media O. 15° N. en las sierras del Estrevegil y Marina.

La figura 25 representa el corte de la sierra Marina á la de la Coronada, viéndose la alternación repetida de las talquitas con sericita (1) y de las anfibolitas (2) de Cortelazor, separadas por fallas de las talquitas del subtramo superior (3), en contacto con las filitas de la última sierra. En dichas talquitas se marcan muchos pliegues por todas partes.

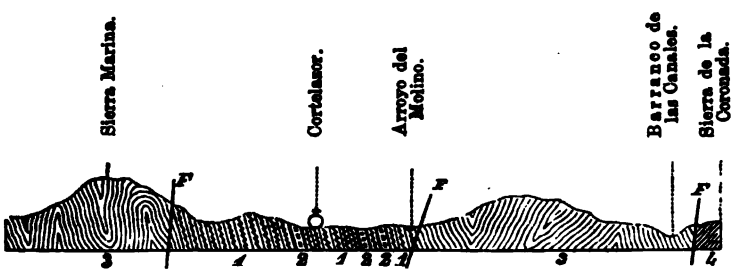


Fig. 25.

Verticales ó muy inclinadas al N.NE. se arrumban las talquitas en Valdelarco; y entre este pueblo y La Nava, principalmente en los montes del Ingenio y Galaroza, las capas se retuercen y desgarran con pliegues y fracturas oblicuas, atravesadas por varios filones de eurita que inclinan al SO., es decir, en sentido opuesto al buzamiento de aquéllas.

Al N. de Las Espinosas y laderas occidentales de La Sierra adquieren mayor ensanche las pizarras arcillosas con sericita y las talquitas, dirigidas al O. 12° N. en el valle del Chanza, y torcida al NO. con fuerte inclinación septentrional en la solana de la sierra de La Contienda, buzamiento que predomina en El Rosal y en Aroche.

El tramo superior del sistema, representado por las filitas, se extiende entre la ribera de Huelva y las sierras de La Higuera, donde

se dirigen los estratos al O. 10° á 15° N., estrechando la faja al N. de Puerto Moral. Una pequeña desviación al O. 8° N. hay en la sierra Tallisca y otras inmediatas á Castañuelo y Corterangel; en la sierra de La Coronada y cerca de Cortelazor existen varios ejes anticlinales y sinclinales con la dirección O. 12° N., y hacia el puerto del Lanchar inclinan casi verticales al N. 12° E.

Circunstancias de yacimiento y composición análogas á las de Huelva se podrian consignar respecto á las manchas del sistema de Badajoz y de Córdoba, provincias todavía insuficientemente estudiadas y descritas. Por los datos recogidos se comprueba igualmente que falta el tramo inferior del estrato-cristalino, y los pocos bancos de gneis que se encuentran se intercalan en lechos delgados entre las micacitas.

Entre Coronada y Fuente Ovejuna las micacitas arcillosas se presentan onduladas, cambiando su buzamiento al NE. por el SO., donde su alternación con las pegmatitas, pórfidos y otras rocas cristalinas es tan intima, que en un kilómetro de anchura pasan de 500 las repeticiones de una á otras, ya en bancos de varios metros de espesor, ya en delgados lechos que sólo miden algunos milímetros. Lo mismo se observa entre Fuente Ovejuna y El Hoyo, donde tuerce el buzamiento al S.SO., presentándose casi horizontales en algunos sitios; y entre el Hoyo y Doña Rama es mayor la desviación de los estratos que en largo trecho se dirigen casi de N. á S., buzando al E., penetrados de muchos filones de cuarzo.

Entre Argallón y Piconcillo inclinan las capas fuertemente al S.SO., y están cortadas en muchos sitios por filones de cuarzo y de greisen, formado de grandes hojas de mica plateada entre cuarzo blanquecino. Abundan más estos filones entre Piconcillo y el Bembezar, ó sea en las vertientes meridionales de la sierra de Castil Rubio; y más al S., en el cortijo de Fuencalvillo, tuercen los bancos al N.NO. con mucha inclinación al E.NE.

En la fajita que hay al S. de los Blázquez, por las vertientes septentrionales de la sierra de la Grana, la inclinación general es de 45° NE.; en la terminación oriental de la mancha de Azuaga, junto

al arroyo de la Alta, los bancos están muy ondulados y casi horizontales en el puerto del mismo nombre.

Escasean el anfibol y la caliza en el estrato-cristalino de la provincia de Córdoba. En la sierra de los Santos, por ejemplo, la roca dominante es la micacita, unas veces cargada de estaurótida y otras de granate; entre Fuente Ovejuna y Azuaga alternan el gneis y las micacitas con rocas feldespáticas y porfídicas, algunas de grano tan fino que son comparables á las halleflintas de Suecia. Las pizarras micáceas y talcosas cubren con grande espesor á las anteriores, como puede verse entre Fuente Ovejuna y Argallón y entre Azuaga y Malcocinado.

En el N. de la provincia de Sevilla el tramo medio ocupa mucha extensión, dividido en dos fajas por la gran cortadura del Biar, á cada lado de las cuales se desarrolla el tramo superior, ambos atravesados por la multitud de isleos hipogénicos ya descritos; y en los confines del principal de éstos, que se halla entre el Huesna y el Biar, es donde mejor puede estudiarse el sistema, pues tanto en la sierra del Cañuelo y la Atalaya, como en el cerro del Hornillo y la cañada de la Mujer, hay cortes y desniveles en que se observan los principales caracteres de las capas.

Uno de los mejores ejemplos es el del corte del Parroso al Biar pasando por los dos sitios acabados de citar. Viniendo del Pedroso, antes de llegar á las orillas del Parroso, se dejan los diques y filones de pórfido que atraviesan el granito rosáceo, sobre el cual se apoyan en el cerro del Hornillo granitos gneísicos y gneis que hacen dudar si estas rocas pertenecen á la parte más profunda del azóico ó resultan de un metamorfismo local relacionado con las hipogénicas. De todos modos, serían la base del estrato-cristalino en esta región, advirtiéndose que sobre el citado granito yace otro de grano muy fino que contiene anfibol, clorita y epidota. Éste, á su vez, está cubierto por gneis, al que se sobreponen las micacitas, atravesadas por diques graníticos, y entre las cuales y los gneises hay otras rocas de caracteres intermedios.

Siguiendo desde el cerro del Hornillo al camino de Cantillana, sobre el granito de la Cañada de la Mujer, se apoyan directamente las

micacitas del cerro del Burro, alternantes en su parte superior con gruesos bancos de calizas.

Junto á Almadén de la Plata, en el cortijo de Majalimar, en Lora y otros muchos puntos, bajo la serie de pizarras micáceas y talcosas, afloran anfibolitas y calizas cristalinas ricas en minerales ferro-magnesianos; en las cercanías de Peñaflor, las anfibolitas, unidas á las calizas y micacitas, adquieren un desarrollo considerable, y en las laderas del Huesna, pasado el puente del Moro, alternan las anfibolitas con gneis y micacitas.

En el corte trazado por el Sr. Mac-Pherson [1], desde San Nicolás del Puerto al Guadalquivir en Villaverde todas las formaciones antiguas se muestran con repetidos pliegues orientados al NO., tajados en varios sitios, con especialidad en las cercanías de la Fundición de la Plata, por grandes quiebras, á causa de las cuales las pizarras arcáicas inferiores se vuelcan sobre la serie cambriana. Esta desaparece entre la fábrica del Pedroso y el Biar, reemplazándola las pizarras antiguas, que, á diferencia de las cambrianas, están atravesadas por los grandes afloramientos hipogénicos descubiertos entre el Huesna y el Biar. Antes de llegar á este río, el granito y las pizarras estrato-cristalinas quedan ocultos bajo el trías; pero en su margen opuesta reaparecen las rocas hipogénicas, más allá de las cuales se sobreponen el culm y el mioceno.

Según el Sr. Mac-Pherson [2], el territorio de Sierra Morena muestra un conjunto complejo de dos series de perturbaciones distintas: la primera, sujeta á multiplicadas dislocaciones, orientadas de NO. á SE., caracterizadas por la intrusión de grandes masas hipogénicas, ocurrió al final de la época estrato-cristalina; y al comenzar á depositarse los terrenos paleozóicos, se inició un movimiento de descenso, acompañado de grandes manifestaciones plutónicas. La segunda serie ocurrió hacia la mitad de la época paleozóica, y sus circunstancias y resultados se detallarán en sucesivos capítulos.

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo VI, pág. 253.
(2) *Estudio geológico y petrográfico del N. de la provincia de Sevilla.*

ARTÍCULO VI

REGIÓN PENIBÉTICA

Las tres bandas estrato-cristalinas que hay en la región bético-extremeña se corresponden al otro lado del Guadalquivir con otras tres en la penibética, como si fuesen sus respectivas prolongaciones: á la de Huelva la de la Serranía de Ronda, á la de Badajoz y Sevilla la de las sierras Tejeda y Almijara, y á la de Córdoba y Badajoz la de Sierra Nevada.

La superficie total de este sistema alcanza una extensión de 6360 kilómetros cuadrados.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Manchas de la Serranía de Ronda.—Entre el siluriano, el terciario y las rocas hipogénicas comprendidas entre Málaga, Ronda y Estepona, se extienden y ramifican varias fajas sinuosas del estrato-cristalino. La más occidental comienza al pie de la Torrecilla de Tolox, y alineada al SO. entre el siluriano y el granito, termina á corta distancia de Casares, en contacto del jurásico y del numulítico. Al otro lado de la misma masa hipogénica que la limita por L. hay otra fajita más pequeña, la cual pasa desde Benahavis hasta terminar en el terciario, á cinco kilómetros al NO. de Estepona.

La principal mancha de la Serranía es de contornos sumamente irregulares, siguiendo las crestas de las sierras Blanquilla, Blanca, de la Alpujata y de Mijas. Tres ensanches principales y varias estrechas fajitas que los unen la componen. El ensanche septentrional comienza al S. de Ardates; se alinea al S.SE., siguiendo las cumbres de la Blanquilla; cruza al O. de Casarabonela y de Junquera hasta las vertientes NE. de la Torrecilla de Tolox, limitándola á P. el siluriano y

en los otros rumbos este mismo sistema, el numulítico y varias rocas eruptivas.

Una fajita alineada N. á S. hasta Istán, y que en pocos sitios llega á un kilómetro de ancha, comunica esta dilatación con otra todavia más irregular que sobresale en la sierra Blanca, limitada al N. por el siluriano; al S. por este último, el trías y el terciario; al E. y O. por rocas hipogénicas, y de este ensanche se derivan dos fajitas: una á P. que pasa por las vertientes de la sierra Duque, próxima á la costa; otra al NE. que cruza las sierras de la Alpujata y de Mijas, por cuyo término se desarrolla el tercer ensanche hasta tocar los de Alhaurín el Grande, Alhaurín de la Torre, Churriana, Torremolinos y Benalmádena. El plioceno y el cuaternario de estos tres últimos impiden que asome en las orillas del Mediterráneo esta parte de la mancha, limitada al N. por el numulítico y el siluriano, al S. por este último y al O. por el hipogénico. Al S. hay un apéndice que avanza al mar hasta la punta de Calaburras y se extiende principalmente entre Fuengirola y Ojén, terminando á Poniente muy cerca de la anterior, al NE. de Marbella. Queda intermedio, envuelto entre el siluriano, un islotito elíptico á corta distancia al N. de Fuengirola, y más al NE. de Coín hay otro islotillo entre el terciario.

Al NE. de las manchas principales de la Serranía de Ronda existen otras dos á P. y á L. respectivamente de Alora: la primera entre el hipogénico de la sierra de Carratraca y el numulítico de Casarabonela, y la segunda enteramente rodeada del siluriano, comprendida entre Alora y Almogía.

La superficie de todas estas manchas enumeradas es de 638 kilómetros cuadrados.

Mancha de sierras Tejeda y Almijara.—Con alturas comprendidas entre 1000 y 1500 metros, sirve en parte de linderos á Málaga y Granada una fila de montes y picos extendidos al E.SE. desde sierra Tejeda á las de Alhama, Játar y Almijara, que forman el núcleo de una mancha cuyas dos terceras partes se incluyen en la primera provincia y el resto en la segunda.

Al NO. la limitan el jurásico y el diluvial de las Ventas de Zafa-

rraya y Alhama; entre esta villa y la Corona de Jayena, pasando por Játar y Arenas del Rey, la circunscribe al N. el terciario; el plioceno, el trías y el cambriano la recortan por el E. con irregulares y agudos contornos; al S. toca el Mediterráneo, escotándola en varios senos las manchitas aluviales de Motril, Almuñécar, Nerja, Torrox y Vélez Málaga, en cuyo punto se interponen una manchita jurásica y otra pliocena; siendo sus confines occidentales la misma mancha aluvial de Vélez Málaga, el siluriano entre Benamargosa y Viñuela, el numulítico entre Viñuela y Alcaucín, hasta tocar otra vez con el jurásico de las Ventas de Zafarraya. En las vertientes meridionales de las citadas sierras se hallan edificados sobre esta mancha Alcaucín, Canillas de Aceituno, Viñuela, Sedella, Salares, Canillas de Albaida, Archez, Cómpeta, Corumbela, Arenas, Frigiliana y Sayalonga, quedando más al E. Lentegí, Itrabo, Molvizar, Jete y gran parte del término de Almuñécar.

Entre Vélez Málaga é Iznate queda á P. del río Vélez un islote pequeño en que está edificado Benamocarra, limitado al O. por el siluriano y en los demás rumbos por la faja de aluviones costeros extendidos entre Málaga y Torrox, que la separan superficialmente de la mancha anterior.

En junto abarcan ambas una superficie de 800 kilómetros cuadrados.

Mancha de Sierra Nevada.—Por su considerable extensión, pues mide 3570 kiiómetros cuadrados y es la mayor del sistema que hay en España; por sus caracteres geográficos y petrológicos, la principal mancha de esta región es la de Sierra Nevada, alineada de O. á E. desde las vertientes occidentales de las cumbres más elevadas de la Península, hasta cerca de los confines de Andalucía con Murcia, al E. de Huércal-Overa. La cruza en su parte media ó central el río de Almería, cuya provincia cruza casi enteramente por su centro con anchos que varían entre 15 y 40 kilómetros, alcanzando gran desarrollo en la sierra de los Filabres. Alturas hay en ésta como la Tetica de Bacares, que llegan á 2080 sobre el mar; pero los picos culminantes se hallan en el tercio occidental de la mancha por la

propia Sierra Nevada, donde descuellan, como es sabido, Mulhacén (3481) y Veleta. Por la parte media del N. la mancha avanza hasta las estribaciones meridionales de la sierra de Baza; y en su extremo oriental quedan más deprimidos sus picos en las sierras de secundaria importancia de Torre Bayabona y de Almagro, entre Sorbas, Vera y Huércal-Overa.

Los límites de una mancha tan extensa como ésta y de contornos tan sinuosos, son difíciles de señalar en pocas palabras. Por el O. la cerca la faja triásica que la separa de los depósitos terciarios y cuaternarios inmediatos á Granada; por el primer tercio septentrional la circunscriben las masas diluviales de Guadix, que por Huéneja y Fiñana penetran hasta las orillas del río de Almería; entre Guadix y Baza la cerca el trías de la sierra de este último nombre; de Baza á Purchena y desde ésta hasta la sierra del Castillo en Huércal-Overa, el mioceno y el plioceno la separan de otras manchas de terrenos antiguos. Por el S. la limita el cambriano de Albuñol entre Lanjarón y Ugíjar; el trías desde el río Grande en los confines de Granada y Almería hasta Alcubillas al S. de Gérgal, y desde aquí hasta Sorbas los depósitos terciarios y cuaternarios que contornean el estrato-cristalino por el SE. y el E. entre Sorbas y Bedar; de aquí á Cuevas de Vera á dar la vuelta al NE. por la sierra triásica del Castillo en Huércal-Overa.

Enclavados en esta mancha hay varios islotillos hipogénicos, ya descritos, y diversas manchitas triásicas y diluviales de que haremos mención en sus lugares respectivos.

Otras manchas de Granada.—En torno de la gran mancha de Sierra Nevada hay diversos islotes, siendo los más occidentales los que asoman entre el terciario al N. y NE. de Jayena, entre Agrón y Peña de Aguila. Por el lado del S. aparecen rodeados del cambriano dos isleos: uno entre Jolúcar y Rubite, en las vertientes meridionales de la sierra de Lújar; otro más chico entre Almegijar y Notaez.

Del lado opuesto entre el trías de la sierra de Baza aflora al S. de Gor un islotillo insignificante, y otro algo mayor cercado de masas

diluviales hay al N. del mismo pueblo, entre la rambla de Bonaplata y la del Baúl.

La superficie total de estos isleos llega á 87 kilómetros cuadrados.

Otras manchas de Almería.—Al N. de la sierra de los Filabres hay una fajita paralela á la de Sierra Nevada, que desde Pozo Iglesias (Granada) cruza la de Lúcar, hasta muy cerca de Partaloa, en cuyo término la toca el triásico, limitándola al N. el cambriano y en los demás rumbos el terciario de Higueral, Lúcar, Somonte, Urracol, Fines y el citado Partaloa.

Muy próximos á la de Sierra Nevada, entre Purchena y Huércal-Overa, asoman entre el terciario y el trías dos islotes pequeños, uno en Cantoria y Almanzora, otro entre Arbox y Arboleas.

En el extremo SO. de la provincia y á P. de Adra hay otros islotes limitados al Mediodía por el mar: tres muy pequeños entre los aluviones de esa población, y otro mayor cercado al N. por el trías y al O. por el cambriano de Albuñol.

Más importante que las anteriores es la mancha de sierra Alhamilla, cercada por el plioceno, cubierta en parte por otras triásicas y comprendida entre Pechina, Tabernas, Turrillas, Lucainena y Nijar. Mayor es la de sierra Cabrera, situada entre Mojacar y Carboneras, ó sea desde el rio Aguas por el N. y el Alias por el S. A estos rumbos al N. y al O. la circunscribe el plioceno y el trías, al E. el Mediterráneo y al SE. el hipogénico moderno de Carboneras, salpicándola varios islotillos triásicos y eruptivos.

Al N. de la anterior, entre Mojacar y Vera, asoman en el plioceno de Garrucha otros islotillos estrato-cristalinos de exiguas dimensiones. En total asciende la superficie de tales manchas á 401 kilómetros cuadrados.

Mancha de Almagrera y Aguilas.—A L. de las anteriores, con reserva de que en parte sean cambrianas, hay otras manchas, la primera de las cuales pasa de Almeria á Murcia y las restantes pertenecen á esta última.

Es la primera y muy principal, pues no mide menos de 600 kilómetros cuadrados de extensión, la que comienza al S. en la Torre

de Villarico, junto á la margen izquierda del río Almanzora; continúa al N.NE por sierra Almagrera, y de ésta á las de los Algibes, Aguaderas y Almenara. Al NE. la limita el mioceno, que entre Mazarrón y la Punta de Calnegre le escota con repetidos entrantes y salientes; al E. se hallan en su contacto el Mediterráneo y varios islotillos terciarios y cuaternarios, cuyas formaciones le circunscriben en los demás rumbos. Enclavados en la misma mancha hay otras triásicas y aluviales de que se hablará más adelante.

Manchas de Cartagena.—En las inmediaciones de Cartagena existen diversas manchas estrato-cristalinas, la mayor de las cuales media entre ese puerto y Mazarrón, descuella á mayor altura (715) en el pico del Algarrobo, está limitada al N. y E. por masas diluviales, al SE. por el mioceno y el trías, al S. por el mar y el mioceno, cuyo sistema le rodea por el O., tocando los aluviones de Totana por corto trecho en su remate al NO.

Al S. de Mazarrón hay otra manchita próxima de exiguas dimensiones, y al NE. de Fuente Alamo otras dos menores en El Estrecho y en Balsapintada.

Al E. de Cartagena, entre La Unión y el cabo de Palos, hay otra mancha oculta al N. por el diluvial, limitada al O. por el mioceno y el trías, y en los otros rumbos por el mar. Queda al S. de ella entre el trías de Escombreras un pequeño islote alargado de E. á O.; por el lado opuesto asoma otro entre el cuaternario de Beal, y al NO. del Mar Menor y P. de San Javier se señala otro entre las masas diluviales.

Asciende á 264 kilómetros cuadrados la extensión superficial de estas manchas.

PETROLOGÍA

Granito gneísico.—Puede considerarse como formando parte de la base del estrato-cristalino el granito gneísico de Tolox, que envuelve diferentes fragmentos pizarreños y es de mica negra destrozada, entre oligoclasa, ortosa y cuarzo, asociándose á estos elementos otros

trozos de cuarzo, de feldespato y porciones membranosas de mica negra procedentes del gneis, repartidos con mucha irregularidad.

Gneis amigdaloideo ó noduloso.—En las cercanías de Torrox los nódulos están formados por confusa mezcla de cuarzo y feldespato, y entre ellos se ajustan dos clases de micas, la obscura y la blanca, ésta derivada de la otra por epigenia, dejando como residuo trozos negros y opacos de magnetita.

Algunas diferencias se observan entre el gneis de Torrox y el de las Chapas de Marbella, en el cual son frecuentes las agujitas de rutilo y abundan más los cristales de oligoclasa, la mayor parte asociados según la ley de la albita; pero á veces según la de la periclina. En los ejemplares de Torrox las inclusiones de cuarzo son de mayor tamaño y fijas, y escasean las agujitas pequeñas de apatita.

Gneis micáceo.—Abunda más en esta región que en la anterior y tiene circunstancias diferenciales dignas de mención. El mejor caracterizado se halla en las serranías de Ronda y sierras de Tejeda y Almijara; en sitios, como se ve en Istán, su textura es compacta, pero en general es hojosa. Es rico en feldespato, dominando la ortosa en Istán y la plagioclasa en sierra Blanquilla al N. de Junquera, donde se intercalan con algunos lechos de caliza sacaroidea. La ortosa, en general, es pura y diáfana, de contornos desgarrados; la mica es magnesiana, de color castaño rojizo, y el cuarzo tiene á veces textura granulítica y otras forma placas granitoideas. Son frecuentes las maclas de oligoclasa formadas por la asociación de numerosos individuos.

El gneis micáceo de Junquera es de textura cristalina, muy rico en feldespatos ortosa y oligoclasa de contornos bien conservados; el segundo en maclas, y la ortosa en cristales simples. Su mica es casi toda magnesiana; abunda la cordierita en trozos incoloros muy bien conservados, viéndose además cristalillos de granate, rutilo, zircón, apatita y fibrolita, íntimamente unida á la mica.

En las cercanías de Igualeja, en el Puerto de la Robla, en el Real del Duque y otros de la Serranía de Ronda, hay un gneis compacto constituído por feldespato blanco mate, cuarzo gris, mica obscura y

un mineral pinitoideo derivado de la cordierita, la cual desapareció sin dejar rastro alguno. Ese mineral, muy abundante á veces, es de color verde amarillento, y en la luz polarizada resulta un agregado de filamentos sin orientación fija.

El gneis de las Chapas de Marbella es de color obscuro por la gran cantidad de mica que contiene, y encierra cristales de feldespato que pasan de dos centímetros de largo agrupados en maclas de Carlsbad. Algunos comprenden otros más pequeños sin orientación fija con el plano de la macla, además de trocitos de cuarzo con inclusiones líquidas y aglomeraciones de la pasta, lo que demuestra cuán difícil es deducir nada terminante por la simple análisis cuantitativa acerca de aquellos cuerpos que por su forma cristalina parecen hallarse en su mayor pureza. Este gneis se distingue del granito gneísico de la misma localidad, no sólo por su color más obscuro, sino porque no contiene fragmentos de andalucita. Abunda más en sitios la hornablenda que la biotita, y además de los elementos citados tiene tremolita, cordierita y oligoclasa maclada.

En las laderas septentrionales de las mismas Chapas de Marbella, siguiendo las márgenes del Fuengirola en dirección á Mijas, se asocia á dicho gneis y á las micacitas otra roca gneisiforme de curiosa composición, que á juzgar por la forma de los cantos destacados de la masa principal, rodados por el terreno, se tomaría por una roca granítica. Es de color rojo listado de negro; encierra granates almandinos, andalucita y grafito, y todos sus elementos están unidos por una pasta cuarzosa llena de grietas rellenas de hematites roja. La andalucita está irregularmente repartida; es incolora, de textura fibrosa, á veces palmeada, de dicroismo apenas perceptible, de enérgica acción sobre la luz polarizada y encierra algunas inclusiones ferruginosas. El granate, ya en cristales resquebrajados, ya en fragmentos, está rodeado de una franja de óxido de hierro y tiene tres clases de inclusiones: unas probablemente de cuarzo en rombo-dodecaedros, como siendo moldes negativos del mineral; otras negras y opacas de grafito, también moldeado en iguales formas, y otras de color de heces de vino, de rutilo, en maclas prismáticas terminadas por pirámides

que también se ven aisladas en la pasta. Entre ésta abunda la mica en fragmentos irregulares, de dicroísmo muy marcado, del castaño claro al anteado. En esta roca el feldespato ortosa desempeña un papel secundario, aunque hay fragmentos grandes bien conservados de textura homogénea, y contiene oquedades rellenas por una substancia hialina é isótropa ó por otra de igual orientación que el feldespato, de forma alargada; la espinela se acumula junto al grafito en pequeñísimos fragmentos, y se distingue por su transparencia y su color violeta claro con tinte verdoso; el grafito se disemina en la roca en considerable cantidad, ya en formas irregulares, ya en esférulas; el cuarzo es muy rico en inclusiones líquidas y gaseosas, y, por fin, existe otra substancia de naturaleza desconocida, aunque muy escasa, en cristalitos gris-violados y de marcado dicroísmo. Tales son los caracteres de esta curiosa roca, conjunto abigarrado de diversos materiales y que, según el Sr. Mac-Pherson, ocupa considerable extensión en la comarca [1].

La cantidad de feldespato varía en los gneises de Sierra Nevada. En la dehesa de San Jerónimo, término de Huéjar Sierra, abunda mucho; en los Azulejos y el Espinar de Durcal escasea; sitios hay en que desaparece por completo, y en cambio casi nunca falta la turmalina en grandes cristales ó en individuos microscópicos. Los ejemplares de la dehesa de San Jerónimo están formados por cristales de ortosa rosáceos, á veces de un centímetro de largo, orientados con frecuencia transversalmente á la estratificación, cementados por una pasta fino-granuda de mucho cuarzo, algo de feldespato y partículas de mica apenas discernibles á simple vista, destacándose cristales de turmalina de tamaños muy diversos, hasta de un centímero de largo, de colores violados y azulados. Los más pequeños suelen ser los mejor cristalizados, usualmente en formas hemimórficas. Examinada la roca al microscopio, el feldespato es claro y diáfano, si bien en sitios ofrece curiosas muestras de corrosión; la mica se alinea en fajas y es de tres clases: una muy escasa de moscovita pardo-amarillenta;

(1) *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VIII, pág. 240.

otra en partículas muy finas verde botella, y otra sedosa y retorcida, verde mar, apenas dicróica, que puede ser sericita. Accidentalmente no faltan la epidota en trozos y cristalillos segmentados y la titanita.

Los gneises del Espinar de los Azulejos y de la fuente del Agua Fría del cerro del Caballo difieren de los de San Jerónimo, no sólo por contener mucho menos feldespato, sino por su turmalina mejor cristalizada con apuntamientos romboédricos, por su menor cantidad de biotita y su mayor proporción de sericita.

Existe en los Azulejos una variedad más rica en feldespato con vetillas obscuras formadas de mica pardo-verdosa y de anfibol, que se hace transparente en láminas muy delgadas, presentando un hermoso color verde azulado. Accidentalmente hay, además de la titanita, algunas hojuelas de hematites roja.

Gneis con cordierita.—En los términos de Benalmádena, Marbella é Istán, se extienden mucho los gneises con cordierita, substancia que también se halla en las leptinitas y en las micacitas; y cuando en éstas se transforma la cordierita en pirita, la mica negra pasa parcialmente por epigénesis á clorita.

Los gneises con cordierita de los Peñones de Tolox alternan con dolomías cristalinas, contienen granates pequeños y también están en contacto con masas de lerzolitas.

En la separación de los caminos que de Istán se dirigen á Monda y á Tolox existen buenos tipos de gneis con cordierita, viéndose en ellos la asociación característica de mica negra con ortosa, oligoclasa y cuarzo. Con la mica negra en láminas recortadas y dislocadas hay granos de cordierita que en secciones delgadas vistas al microscopio se distingue principalmente de la ortosa por la falta de cruceros, y de la macla de Carlsbad y por sus grietecillas irregulares sólo visibles entre los nicoles cruzados y rellenas de una materia amarillenta isótropa. La cordierita de Istán pasa por epigénesis á sillimanita en agujas muy largas; contiene inclusiones de hierro oxidulado, espinela verde en octaedros, espinela parda, aunque rara, y cristalillos de zircón rodeados de una franja policróica con tonos amarillos.

No lejos del mismo paraje, hacia la casa de La Sepultura, el gneis tiene manchitas verdes, de lustre céreo, parecidas á picrita, notándose al microscopio que son de cordierita transformada en una masa de apariencia viscosa en la que se desarrollan el talco, la limonita y, sobre todo, la sericita, subsistiendo intactas las inclusiones de la cordierita. Los gneises granulíticos de La Sepultura, cargados de sillimanita y pirita, pasan á granatíferos junto á la misma casa en contacto con masas de lerzolita, según observaciones de los Sres. Michel Lévy y Bergeron [1].

Gneis con andalucita.—En algunos ejemplares de Istán abunda extraordinariamente la andalucita en trozos prismáticos alargados en el sentido del eje cristalográfico, con tendencias á agruparse y variando sus colores en extremo. Escasea en ella la apatita y abunda más la cordierita, con sus caracteres propios, ó transformada en minerales pinitoideos.

Micacitas.—Dos tipos diversos de micacitas distinguen los señores Michel Lévy y Bergeron [2] en la Serranía de Ronda, el ácido y el básico, hallándose en las cercanías de Almuñécar y de Nerja los mejores ejemplares.

A dos leguas al N. de Almuñécar las micacitas ácidas contienen rutilo, estaurótida, distena, cuarzo, andalucita, mica negra y mica blanca, enumerados por el orden más frecuente de su consolidación, agregándose como accesorios apatita, granate, turmalina, clorita y grafito, además de los filoncillos de cuarzo con andalucita y talco. El rutilo se muestra en prismitas incluídos en la andalucita; la estaurótida, dislocada y moldeada por el cuarzo, es muy pura en unos sitios y envuelve grafito en otros, generalmente en prismas muy alargados, así como la distena de color azul con manchas blanquecinas y completamente incolora en placas delgadas, encerrando muchas inclusiones líquidas de burbuja móvil, que también abundan en el

(1) *Estudio geológico de la Serranía de Ronda. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 334.

(2) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 344.

cuarzo. Las inclusiones de los prismas de andalucita están obstruidas por productos secundarios opacos, y en las grietas de ese mineral, así como en torno de la estaurótida y del cuarzo, se halla la mica negra, que á su vez contiene cristalillos muy pequeños de zircón. Por sus caracteres ópticos se distingue la moscovita del talco que acompaña al cuarzo de los filoncillos, los cuales son una modificación de los de granulita, y contienen además chapitas de penina, de talco y hierro oxidulado.

Tanto en Sierra Nevada como entre Almuñécar y Nerja, hay entre las micacitas zonas básicas ricas en granate y anfibol, conteniendo además hierro oxidulado, zircón, turmalina, esfena, epidota, mica negra, cuarzo y mica blanca, los cuatro últimos de consolidación posterior. La epidota se presenta en cristales sueltos muy alargados y rotos; los cristales de anfibol, también muy alargados, están paralelos á la foliación, siendo su policroísmo muy marcado con los colores azul marino, verde botella y amarillo verdoso, y rodeándoles hojuelas de mica negra orientadas en todos sentidos con manchitas de hierro oxidulado y prismas de epidota.

Las micacitas con andalucita y estaurótida abundan mucho en los términos de Vélez Málaga y de Lanjarón. Son negruzcas y están formadas por grandes láminas onduladas de mica subdivididas en membranas que envuelven nódulos de cuarzo, andalucita y estaurótida, ésta en prismitas microscópicos negruzcos, y á veces finísimas agujas blancas de sillimanita. La andalucita es incolora, flor de albérchigo ó negruzca por las inclusiones carbonosas que encierra, de contornos irregulares, ó transformados sus cristales por epigénesis en un mineral micáceo, escamoso, palmeado ó algo fibroso, blanco amarillento.

A la andalucita se asocia la estaurótida en prismas de dos á cuatro milímetros de largo, generalmente simples, alguna vez maclados en ángulos de 60° y con inclusiones gaseosas de grafito, cuarzo y mica, substancias de formación posterior que cristalizaron en el período en que la roca adquirió su estructura pizarreña. La mica negra se encuentra en escamitas entrelazadas ó en grandes láminas

parduzcas muy dicróicas, de contornos irregulares y sin más inclusiones que el zircón y algunos granillos de cuarzo secundario. Los montoncitos de mica envuelven los cristales de estaurótida y de andalucita y penetran en sus grietas.

El cuarzo, elemento que forma casi toda la masa de la roca, se halla en granillos elipsoidales y diexaédricos, con inclusiones líquidas móviles y de mica negra. La mica blanca presenta los caracteres de la moscovita en láminas grandes, y la turmalina muy dicróica tiene en Competilla el color negro azulado, según *ng*.

Cerca de Almuñécar y en Lanjarón, suele verse la distena en prismas alargados según *mt*, fracturados en sus extremos, finamente hendidos y maclados, con extensión muy oblicua. Las agujas de sillimanita, al N. de Vélez Málaga, tienen el aspecto de la apatita, presentando más desarrolladas las caras del prisma *mm*, con fracturas transversales, terminadas en sus extremos por fibras y no por caras.

Entre las micacitas con andalucita y estaurótida más notables de esta región, citaremos las del barranco Patamalara, que presenta curiosos ejemplos de conversión de estaurótida en mica negra, y tiene cristalitos de andalucita de color flor de albérchigo, como las de Rubite y Agrón, que encierran otros de granate. En Agrón la micacita carece de mica negra, y, en cambio, contiene granillos de substancias carbonosas como las de Játar y Gualchos, las cuales muestran además al microscopio escamitas circulares y negras, con reflejos acerados de ilmenita manganesífera, rodeadas de una franja incolora ó amarilla de cuarzo granudo ó de mica. Maclas de estaurótida con el ángulo de 60° y más ó menos granatíferas, envuelven las micacitas de la rambla de la Mamola, y también tienen granates las estaurótidas en cristales simples de las micacitas de El Saltadero y Competilla, en cuyo último pueblo se incluye además la turmalina muy dicróica, negro-azulada.

Las micacitas son las rocas predominantes en Sierra Nevada, y por cualquier parte que se atraviese á ésta se las encuentra con caracteres más ó menos variados, casi siempre granatíferas. Entre Ferreirola y Ugíjar son blandas y ásperas al tacto, y están cruzadas de

grietas que las fraccionan en trozos romboédricos, encerrando en varios sitios muchos nódulos de cuarzo; entre la Cruz de los Términos y el puerto de la Ragua son lustrosas y hojosas, y están sumamente fraccionadas en peñones; en las márgenes del Trevélez son verdosas, blandas, brillantes, de caras desiguales, y están acompañadas de venillas de cuarzo; entre Carataunas y Capileira de colores claros brillantes y fractura desigual; en el Pico de Mulhacén cuarzosas, y las hay en Rubite suaves al tacto, de brillo sedoso y tan blandas, que se reducen á polvo impalpable. Por regla general, en todos esos parajes la mica parda se agrupa en hojuelas irregulares en el sentido de la estratificación, y la moscovita se esparce en montoncitos irregulares. En las del barranco Hondo se percibe el cloritoide en manchitas de 2 á 3 milímetros.

Como en otras partes sucede, las hay en que predomina la mica obscura, en otras la blanca y en otras entran por igual ambas variedades. Las que son ricas en cuarzo tienen estructura granulítica; el feldespato es frecuente en trozos desgarrados y turbios, y se distinguen de las de otros parajes de Andalucia por su abundancia en granates. Estos conservan los contornos del rombo-dodecaedro; pero se observa con frecuencia que algunos, perfectamente regulares á simple vista, aparecen en el microscopio constituidos por franjas orientadas paralelamente á la estratificación, y separadas por zonas de cuarzo, mica ú otro componente. Hay casos en que esas franjas se hallan retorcidas y rotas de un modo especial. Sus inclusiones, en gran parte de rutilo, se orientan paralelamente á la estratificación también, ó forman espirales, y encierran además partículas de mica cloritoidea, turmalina y apatita.

En algunas micacitas de Sierra Nevada se encuentran cristales de estaurótida, raras veces en formas regulares, así como en otras del Valle del Genal; en las de Quéntar y otros sitios de la Sierra hay además distena, y en la granatífera de Igualeja, El Saltadero y La Mamola, acompañan á la estaurótida la andalucita y la fibrolita. En muchas micacitas abunda mucho el rutilo en agujitas muy bien terminadas ó en trozos irregulares, y también contienen turmalina

y zircón. Esta última substancia es muy común al N. de Júbar, en cristalillos de $0^{mm},2$ de longitud, incoloros y muy refringentes.

La micacita de la cuesta de Vacares es notable, porque las inclusiones de rutilo que hay en sus granates se orientan paralelamente á los planos del crucero dodecaédrico, y no al eje cristalográfico, que es lo general.

Asociada á las micacitas y á las pizarras carbonosas, raras veces falta en esta comarca la cloritoidea verde-azulada en trozos irregulares.

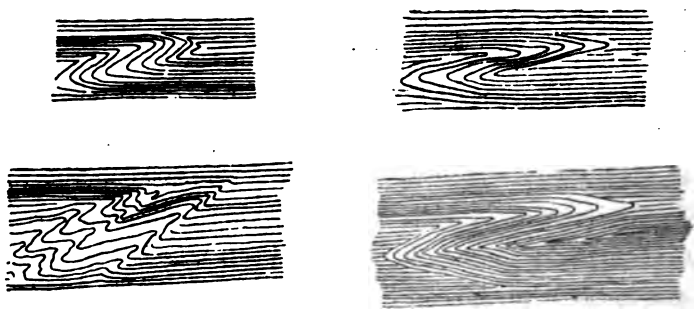
A las micacitas granatíferas de la Peza y Ferreirola, cubren á trechos las pizarras arcillosas moradas y calizas dolomíticas; cerca de las Herrerías son de color de estaño, muy brillantes y de variados caracteres en las inmediaciones de Lugros, en la venta Primeras Aguas; las de la rambla del Sacristán, al S. de Caniles, están divididas en fragmentos poliédricos por varios sistemas de grietas; la que se halla siguiendo desde Rubite al camino de Gualchos, tiene grandes cristales romboédricos de granates sin brillo, es de fractura desigual y retorcida y de poca mica.

En los puntos de Sierra Nevada donde las pizarras son de textura más cristalina, suelen encontrarse, aunque con importancia secundaria, micacitas talcíferas, constituídas por fajas alternantes de cuarzo blanco, mica potásica, hojas de talco y granates.

Las pizarras cristalíferas de Sierra Nevada se distinguen de otras muchas de varias regiones en que sus hojas alternan al infinito con fajitas interestratificadas de cuarzo, que siguen perfectamente todas las sinuosidades, pliegues é inflexiones, como si se hubiesen producido cuando las rocas no se habían endurecido todavía. Los pliegues agudos y las arrugas complejas son muy frecuentes, y entre lechos que parecen planos hay otros muy fruncidos simulando una falsa estratificación, como indican las figuras 26 á 29.

Esto demuestra que cuando se verificaba la cristalización de los elementos componentes de los estratos, éstos sufrían enormes presiones sin fracturarse en conjunto, pero resbalando unos sobre otros, al mismo tiempo que los minerales contenidos se corrían con más ó menos dificultad arrugando tan irregularmente á las rocas.

El yacimiento principal de las micacitas feldespáticas se halla en el tramo inferior de la sierra Tejeda, y se encuentran también entre las pizarras cristalíferas de Canillas de Aceituno, Mairena, Cómpeta y diversos parajes de Sierra Nevada. En Cómpeta y Canillas ofrecen



Figuras 26 á 29.

maclas muy finas de albita, periclina y plagioclasa en grandes láminas polisintéticas, y son más bien gneises granulíticos muy abundantes en feldespato. Este, en cambio, escasea en Játar, Júbar, Agrón y Lanjarón, donde le reemplazan otros varios silicatos que se encuentran en las otras micacitas.

Entre las calizas paleozóicas de la sierra de Quéntar, al N. del cortijo de la Plata, asoma un isletillo de micacitas algo feldespáticas muy descompuestas.

Las micacitas del tramo superior tienen escaso desarrollo en las manchas de Mazarrón, reducidas á algunas capas en que aquéllas son granatíferas, de colores obscuros, y otras con vetas de cuarzo en las que se advierten pintas de piritas de hierro y de galena, según se observa en la mina *Vigilante* del cabezo del Molinete [1].

Talquitas y pizarras cloríticas.—Son características las talquitas blancas del barranco de las Animas, término de Huéjar Sierra, don-

(1) *La industria minero-metalúrgica en Mazarrón*, por D. F. B. Villasante, pág. 49.

de las cruzan venillas de cuarzo con pirita de hierro; las de superficies acanaladas, brillantes y muy blandas que asoman entre Vélez y Almuñécar, al pie del picacho Columba, en el puerto y los llanos del Palmar; las de colores violados y rojizos que alternan con pizarras arcillosas y micáceas entre el Puerto del Agua y Mairena, en la Ventilla del Aire, entre Capileira y Orgiva, y las de color verde esmeralda con brillo sedoso de las manchitas de Adra.

Talquitas arcillosas constituyen la solana de la sierra Contraviesa, alternan con calizas en su umbría, y son muy granatíferas las azuladas y verdosas de los comienzos del valle Almanzora hacia la cortijada de Aldeira, en las lomas de Cantoria, entre Albanchez y Lubrín.

Entre la cortijada de las Ollas y la Tetica de Bacares, punta cónica que se eleva hasta 2157 metros, las pizarras cloríticas y talcosas pierden gradualmente los granates que tanto abundan en estas sierras; son reemplazados por la mica; se endurecen luego poco á poco, hasta que por tránsitos insensibles pasan á pizarras siliceas.

Las rocas predominantes en las sierras Cabrera y Alhamilla son las talquitas y cloritocitas de colores claros, gris-azuladas, gris-verdosas, amarillentas ó ligeramente rojizas, lustrosas, de caras onduladas, rizadas ó estriadas, y atravesadas por vetas y masas irregulares de cuarzo lechoso ó semi-hialino, de hialomicta y trozos de clorita.

Las talquitas y cloritocitas son muy deleznables en varios sitios de la sierra Filabres, como sucede en Bayarque, en cuyo término son á veces tan blandas que parecen tierras amasadas de diversos colores; otras parecidas se asocian á cuarcitas blancas semicristalinas y coronadas de calizas azules divisibles en lajas delgadas en la sierra de Aguilón, al NO. de la Almagrera, y en las manchas de Mazarrón y Cartagena pasan á pizarras talcoso-arcillosas, cloríticas y anfibólicas.

Pizarras chiastolíticas y arcillosas.—El deslinde de las correspondientes á este sistema y al cambriano falta por hacer de una manera satisfactoria en diversas manchas de esta región. Se hallan pizarras chiastolíticas ó maclinas con granates en el puerto de la Ragua

y venta de Zamborino, en las inmediaciones de Lanjarón, en el valle de Molvizar cerca de Almuñécar, etc.

En el macizo de Sierra Nevada alternan con las pizarras micáceas las arcillosas, unas y otras fácilmente desagregables, por cuya causa tales montes son de contornos poco marcados en largos trechos y aparecen desde lejos como lomas elevadas rápidamente al O. y suavemente declives al E. Tales pizarras, más ó menos obscuras, se dividen en fragmentos de caras encorvadas, se desmoronan con facilidad y son de brillo sedoso. Abundan en el valle del Genil, entre Calahorra y Ugíjar, encerrando granates que alcanzan hasta ocho milímetros de diámetro, y se hallan atravesadas por numerosas concreciones y venas cuarzosas, tan abundantes en algunos sitios como las fuentes del Genil, que representan más de la mitad de la masa.

Entre la sierra Palmitera y del Real, transversalmente á la masa de serpentina, encajan algunas pizarras negras, tal vez cambrianas, cuajadas de cristales de chiastolita, substancia que las constituye casi enteramente, según se percibe examinadas al microscopio en láminas delgadas. Los contornos de este mineral son á veces muy regulares y forman cuadrados perfectos ó toda clase de figuras rómbicas, según la inclinación del eje cristalográfico con que han sido cortados. Con frecuencia á esos cristales rodea una franja más obscura, en la cual predominan las partículas de mica, precisamente el mineral más escaso entre las impurezas que hay en ellos; algunos de aquéllos aparecen fuertemente dicróicos, variando su color hasta el rosa obscuro, y con grandes aumentos se ve que la base está constituida por un agregado de cuarzo granudo-cristalino, numerosas partículas de mica obscura con él empastadas y muchos filamentos de materia carbonosa.

Muy confusos é incompletos son los datos que existen respecto á la constitución geológica de una sierra tan importante como es la Almagrera, limitándonos á decir que los filadios satinados y micáceos de colores obscuros son las rocas casi en absoluto predominantes, y por fin, en la parte más alta del tramo superior, abundan en Mazarrón y Cartagena las pizarras arcillosas satinadas obscuras y blandas.

Pizarras anfibólicas.—Se distinguen las pizarras anfibólicas de esta región de las de la anterior por su mayor cantidad de epidota, siendo curioso también que todo lo abundante que es el granate en las micacitas de Sierra Nevada, escasea por demás en las anfibolitas, al revés de lo que sucede en Galicia. Apenas se ve rutilo; el anfibol es de color verde azulado, en iguales porciones que la epidota, de dimensiones muy variables, en cristales cuyas terminaciones están desgarradas; la epidota, incolora en unos sitios, amarilla de limón en otros, está en grandes trozos alargados en el sentido de la ortodiagonal, con inclusiones más numerosas que el anfibol, sobre todo de rutilo.

Varía mucho la proporción de feldespato, pues hay sitios, como en las Viñas, Alhama de Granada, Lanjarón y barranco de los Azulejos, en que es muy abundante, y en otros yacimientos apenas hay señales. En algunas anfibolitas, como las de Lanjarón y los Azulejos, la ortosa es el feldespato dominante, al paso que en la de las Viñas el plagioclasa es casi exclusivo. La ortosa es diáfana y limpia, en cristales simples de contorno irregular. En los Azulejos y otros parajes empasta innumerables trocitos de anfibol que irradian del eje cristalográfico, y en los bordes ó sitios donde se adosan dos individuos, ese anfibol se agrupa en curvas y espirales.

No se excluyen las dos variedades de feldespato, y en general la oligoclasa es de pequeño tamaño y de estructura polisintética; varía también mucho la cantidad de cuarzo, que siempre es granulítico; con frecuencia se observan hojuelas de biotita y moscovita, y como producto accidental se ven otras muy tenues de hematites roja, sobre todo en los ejemplares de Lanjarón.

Debajo de las calizas dolomíticas y las launas sobre que está edificado este pueblo, afloran grandes masas de pizarras anfibólicas y cloríticas; y examinado uno de sus ejemplares al microscopio, se descubren en su magma cuarzoso numerosos fragmentos y agujas de anfibol, trozos de epidota, numerosos cristalillos de rutilo, productos opacos y placas irregulares de hematites roja. Las agujas de anfibol se agrupan en elementos de mayor tamaño; los cristales de epi-

dota se alargan en el sentido de la ortodiagonal, suelen ser limpios y diáfanos y á veces envuelven titanita y rutilo; éste abunda en prismas aislados y apuntados y en maclas de variada disposición, notándose en algunos una franja hialina de titanita que los rodea, y las placas de hematites, escasas y desigualmente repartidas, son rojas, irregulares y diminutas.

Entre las pizarras anfibólicas de Lanjarón se intercalan otros lechos en que el anfibol reemplaza á la epidota cementada por cuarzo granulítico, con frecuencia en cristales alargados de crucero básico perceptible, además de hallarse atravesados por planos de fractura próximamente normales á esta dirección, por los cuales ese silicato experimenta un principio de descomposición. A semejanza de lo que sucede en la serpentinización del peridoto, se acumulan en las paredes de esas grietas productos ocráceos que en varios casos invaden todo el cristal.

Aunque raras, según dijimos, hay algunas pizarras anfibólicas granatíferas en esta región. Una de cerca de la laguna de Vacares, consta de anfibol verde azulado con fragmentos de zoisita en trozos alargados en el sentido del eje, cristalillos de rutilo y algunos granates de contornos irregulares rodeados de un festón de anfibol que también se ramifica en su interior. Todos estos elementos están cementados por cuarzo granulítico.

Los criaderos de hierro de Marbella arman entre rocas del estrato-cristalino, y de éstas las más variadas son las anfibolitas, en las cuales hay diversos tipos. En unos la esfena está en cristales rotos de color pardo sin policroísmo ni cruceros marcados; el anfibol, alargado según la arista *mm*, es policróico, de color verde esmeralda, verde amarillento ó amarillo verdoso pálido; el labrador y el cuarzo se hallan asociados. En otras anfibolitas más básicas se mezcla con el anfibol un poco de piroxena, y con la esfena algo de rutilo; la anortita reemplaza al labrador y desaparece el cuarzo, pero la estructura de la roca permanece la misma. Un tercer tipo de anfibolita es el que forma la ganga de los óxidos de hierro, y consiste en una mezcla de éstos con un anfibol menos policróico y más birre-

fringente que el de los tipos anteriores. La variedad nombrada *caballo* por los mineros del país, es negra, densa, tenaz, de textura cristalino-laminosa, mostrando al microscopio que está formada de hornablenda, magnetita y pleonasto, con serpentina como elemento deutógeno. El anfibol es casi incoloro, muy fibroso y apenas ofrece policroísmo; la magnetita está en masas irregulares y en granos redondos y gruesos; el pleonasto abunda en trozos triangulares de color verde obscuro, perfectamente isótropo entre los nicoles cruzados.

Entre las dolomías de Ojén se intercalan varias anfibolitas, unas formadas casi exclusivamente de hornablenda verde pálida, otras que contienen además maclas de anortita, algo de rutilo, cristalillos rotos y vetillas de esfena.

Por su textura y composición variada, las anfibolitas del tramo inferior de las micacitas que hay al S. del puerto de Játar, y según las diversas proporciones del feldespato que entra en su composición, pudieran llamarse gneises ó pizarras anfibólicas; pero, en todo caso, contienen además estaurótida y otros varios minerales, entre éstos la piroxena en gruesos cristales corroídos por el cuarzo. Más abundan los de hornablenda en cristales de color verde claro, constituyendo á veces la mayor parte de la masa; el elemento principal es casi siempre el cuarzo, en granos redondos ó alargados, y hay además otros granos irregulares y maclados de feldespato triclínico, probablemente labrador, hierro oxidulado, hierro titanado, esfena, microlitos de rutilo, mica negra y epidota. La estaurótida se ve en trozos largos atravesados por gruesas fracturas, jamás en cristales definidos, pero reconocible fácilmente por sus caracteres ópticos.

Otro tipo curioso de anfibolita es la de anfibol sodífero del valle de Lanjarón, y de que se ven cantos rodados en los de Talará y Orgiva. Está formado esencialmente por anfibol sodífero y epidota con otros diversos minerales, alargados según una sola dirección, determinando la textura pizarreña de la roca. La epidota gris amarillenta ó verde manzana en prismas de medio á tres milímetros, irregulares en sus extremos, con pocas inclusiones sólidas. El anfibol sodífero en abundantes varillas exagonales, rectas ó encorvadas, negro-azuladas,

presentando al microscopio caracteres parecidos á los del glaucófano de la isla de Groix, del que se distingue por su menor proporción de sosa, de sílice y de alúmina, su mayor cantidad de cal y magnesia, y por varios caracteres ópticos. Entre las muchas inclusiones que hay en este anfibol, las más caracterizadas son las de rutilo amarillento parduzco, muy birrefringentes, en prismas terminados por pirámides, con maclas cordiformes y encorvadas, á veces reunidas en estrellitas. Abunda además el rutilo en cristalitos y granos irregulares, algunos hasta de un centímetro, acompañados de hierro titanado, hierro oxidulado en octaedros, pajuelas y granillos irregulares y mica blanca ó verdosa. Se halla el cuarzo en granos gruesos, transparentes, irregulares, con inclusiones alineadas en sartas paralelas ó en filoncillos secundarios.

Anfibolitas pizarreñas se asocian á las micacitas bajo las calizas dolomíticas del comienzo del barranco del Polvorista, repitiéndose su alternación hasta la Peza, donde se ocultan bajo el cuaternario; entre Albuñán y la Calahorra afloran muy descompuestas, de color verde claro, y se asocian á micacitas y maclinas en las inmediaciones de Lanjarón; á calizas micáferas ó cipolinos, con grandes cristales de anfibol, al O. de Pampaneira.

Las anfibolitas de la sierra Tejeda tienen caracteres análogos á las de la Sierra Nevada, carecen de epidota, y en cambio encierran rutilo con profusión.

Pizarras piroxénicas.—Escasean en Andalucía, siendo muy notable la del barranco de los Azulejos en Sierra Nevada, formada por una macla de piroxena y anfibol, cementados por cuarzo y feldespato. La piroxena es incolora ó verde mar muy claro, correspondiendo á la variedad salita; el anfibol es verde azulado y parece derivado de la anterior; el rutilo abunda mucho como elemento accidental.

En las cercanías de Coin hay otra compuesta de anfibol verde botella, piroxena verde mar, feldespato labrador abundante, muy bien conservado, agregándose accidentalmente algunos fragmentos y cristalillos de titanita y apatita. En su conjunto, la roca tiene una textura micropegmatoidea.

Relacionada con las pizarras piroxénicas, y tal vez con las serpentinas del barranco de San Juan, hay una picrita muy tenaz, constituída por un apretado conjunto de trozos irregulares de piroxena verde clara con fragmentos de hornablenda y vetas de substancia serpentínica cenicienta que encierra algo de hierro magnético.

Eclogita.—Aunque no del todo comprobado, en el valle de San Juan, cerca de las orillas del Genil, debe haber un yacimiento de eclogita, de cuya roca se encuentran cantos sueltos entre los aluviones y conglomerados miocenos inmediatos. Sin duda alternan con anfibolitas, micacitas, cuarcitas epidotíferas y dolomías, y en ellas la hornablenda está en cristales grandes de color verde de yerba; la piroxena, poco abundante, en granos irregulares, y el granate en láminas delgadas incoloras. A veces se muestran también algunos granos de plagioclasa. Roca parecida, rica en epidota, acompaña á las calizas del puente de Izbor.

A semejanza de lo que ocurre en Galicia, se intercalan entre las anfibolitas ó pizarras anfibólicas de Sierra Nevada algunas rocas granatíferas, con la diferencia de que en éstas reemplaza la epidota á la zoisita.

Un ejemplar de estas rocas, procedente del barranco de los Azulejos, al N. de Capileira, está constituído por fragmentos cristalinos de anfibol verde azulado, de intenso dicroísmo, estriados é irregulares en sus contornos, mezclados con trozos, también irregulares, de granate, epidota y cristales de rutilo, cementados todos por una pasta cuarzosa. La epidota está alargada en el sentido de la ortodiagonal, paralelamente á la cual se descubre un crucero muy bien determinado, y su dicroísmo es unas veces casi nulo, otras bastante perceptible. El granate, ligeramente rosado, se halla cuajado de partículas birrefringentes y atravesado por vetas irregulares de anfibol, y el rutilo abunda en trozos irregulares, en cristales y maclas características.

Otro ejemplar del Puerto de Hueneja casi carece de cuarzo y está formado por una mezcla íntima de fragmentos de anfibol verde azulado, gránulos de granate, magnetita y titanita, que se agrupa á ve-

ces en un festón alrededor de los productos opacos. En el granate se observa que los pequeños gránulos se reúnen en trozos grandes; otras veces se concentran alrededor de otro trozo de anfibol, al revés de lo que generalmente sucede, y esta circunstancia también se nota en algunos de los cantos compuestos de dialaga y granate incluidos en los conglomerados de la Alhambra.

Calizas y dolomías.—Siempre son cristalinas, aunque su grano varía tanto, que oscila entre el que tienen las de Monda y sierra Blanca, constituídas por un agregado de romboedros, á veces de más de un centímetro, hasta el de ciertos lechos de la sierra de Mijas, que podria tomarse por piedra litográfica. Los colores blanquecinos y azulados son los generales; las acompañan muchos minerales, principalmente las micas, y en unas domina la moscovita, en otras la biotita. En las del puerto de Sedella de sierra Tejeda predomina la obscura en contacto con las anfibolitas y micacitas; en las del barranco de los Azulejos, al O. de Pampaneira y cerro del Caballo de Sierra Nevada es casi exclusiva la blanca, muy limpia, con algunos prismitas apuntados de rutilo de color vinoso y gránulos de cuarzo hialino.

Entre las micacitas cuarzosas del pico Mulhacén se descubren algunos lechos de caliza silícea; existen otras parecidas entre Peza y Lugros, y pequeños lentejones al pie de la Era y junto á la costa de Almuñécar.

En las sierras Tejeda y Almijara abunda la caliza con tremolita, en prismas muy alargados, hialinos, de puntas corroidas y con inclusiones de caliza, rutilo y magnetita; la amarillenta del barranco de los Azulejos está cuajada de cristales de distena, desigualmente coloreados de azul pálido y azul ultramar intenso, con inclusiones de magnetita y de burbujas fijas, y en el mismo barranco hay otra caliza de color de carne cuajada de prismas de anfibol verde de yerba muy bien conservado.

Los Sres. Barrois y Offret examinaron al microscopio diversas calizas arcáicas de esta región, y entre ellas mencionaremos las siguientes:

La azulada, del cortijo Los Nacimientos, al S. de Játar, es muy rica en calcita, dolomía, micas negra y blanca, y tiene además actinota en varillas dispuestas en abanico, algunos cristalillos de anfibol y dialaga blanca muy alterada, difícil de reconocer á primera vista, á pesar de que sus cristales alcanzan hasta un centímetro de largo, de contornos muy desgastados, surcados por grietas de calcita.

Las calizas que hay al N. de Motril encierran algunos granos maclados de anortita y están cruzadas por venillas cuarzosas en las que se descubre la ortosa.

Pajuelas de mica negra al estado naciente, aunque raras, se ven en algunas calizas del cortijo de Limón, del citado término de Játar, donde abunda un mármol blanco formado exclusivamente por cristalillos de calcita y de dolomía, entretejidos de la manera más compleja y tupida, sin la más mínima huella de la estructura primitiva. Los granos de calcita son de contornos irregulares, surcados por las líneas de crucero y con numerosas láminas hemitrópicas; y los de dolomía se distinguen por sus contornos angulosos, que recuerdan la forma romboédrica, y por la falta de estrías hemitrópicas. Algunas dolomías del puerto de Játar no ofrecen calcita bien reconocible al microscopio, y en otras de Motril reemplazan á los granos calizos unos cristalitos de carbonato de hierro.

Ya aislados en la roca, ya incluídos en hojuelas de moscovita, son comunes los cristalillos de rutilo en otras de Frigiliana y de Játar; y más abundan en las de este último pueblo, en Lanjarón y Canillas de Aceituno los grandes cristales de tremolita, incoloros, alargados, muy birrefringentes en agujas prismáticas, con frecuencia macladas.

Las calizas alternantes con cuarcitas epidotíferas y pizarras actinolíticas de Izbor, Agrón y Canillas de Aceituno difieren mucho de las anteriores, pues son una mezcla de calcita, cuarzo y epidota con cristalillos de esfena, observándose á veces también talco de un eje, granillos carbonosos, mica negra, clorita, zircón y hierro titanado. En las que hay al SO. de Canillas de Aceituno es notable la abundancia de hierro oxidado en octaedros simples ó maclados, reunidos

en grandes sartas regulares, ó en porciones compactas que pasan á una verdadera mena de hierro.

Por los minerales que encierra son muy curiosas las dolomías de los llanos de Juanar que existen entre Ojén é Istán. La asociación más completa consta de pirita, hierro titanado, rutilo, esfena, pargasita, dos variedades de condrodita (humita y clinohumita), pleonasto ó espinela verde, anortita y cuarzo, los cuatro primeros con sus contornos bien definidos y los restantes de consolidación posterior, en montoncitos entretejidos. La pirita de hierro, finísimamente granosa y en cristales indeterminables, está rodeada de limonita; y el hierro titanado en granos irregulares, rodeado de trocitos de esfena, inclusiones líquidas y poros gaseosos. El rutilo está en fragmentos bastante grandes y en pequeñísimos cristales, tres veces más largos que anchos; mientras que tienen de 15 á 20 veces más longitud que grueso los prismitas de pargasita, sin apuntamiento determinado y de un color que varía del gris parduzco al gris rosáceo. La humita está en granos verdosos sacaroideos, mostrándose incolora al microscopio, y la clinohumita se distingue por su color amarillo rojizo. Son á veces muy frecuentes los granos de espinela verde, amoldados á las varillas de pargasita y á los granos de condrodita, aunque hay algunos aislados ó incluidos en estos dos minerales. La anortita, bastante rara, se muestra en cristales blanco-anacarados con inclusiones de los anteriores, y constituye el talco numerosas laminillas anacaradas á que se ajustan los demás minerales. Todavía quedan por mencionar otras dos substancias muy escasas y algo dudosas: la wollastonita en prismas prolongados pegados á los granos de dolomía, y la idocrasa en prismas cuadráticos incluidos en la pargasita.

También aparece cargada de minerales la dolomía de la sierra Blanca y del puente de Ojén, junto al camino de Marbella; pero inversamente á la de los llanos de Juanar están en granos redondos diseminados, observándose prismas alargados de tremolita, cristales redondos de humita incolora, octaedros de pleonasto verdoso, magnetita y abundantes laminillas de talco,

La dolomía de Benalmádena contiene octaedros pardos de picotita, y la que hay al S. de Yunquera es talcífera.

En la sierra de los Filabres se desarrollan con grande espesor las calizas, en su mayor parte marmóreas, en una zona que mide 14 kilómetros, desde la Rambla de la Roya hasta cerca de Albánchez, con un ancho de cuatro, desde las inmediaciones de Chercos hasta Macael. De este último punto reciben el nombre los que como mármoles se explotan, habiendo bancos tan limpios, blancos y de grano tan fino como los de Carrara, y de espesores comprendidos entre 0,40 y 1,50 metros. En esos bancos se intercalan delgados lechos de pizarra granatífera y otros de caliza marmórea azulada, sobre todo en la bajada de la rambla de la Orica, que son de grano más basto y sólo se extraen para enlosar. Las principales canteras de clase superior se hallan entre Fines y Macael.

Calizas marmóreas muy micáceas, amarillentas y blancas se intercalan entre las micacitas de la Mezquita, término de Alcolea, al S. y O. de Bayarcal, por cima de Laujar, hacia el puerto de Huenejar y en la subida del río Andarax al pico de la Almirez.

Aunque insuficientemente estudiadas, debemos consignar que las calizas adquieren notable desarrollo en algunos puntos de Mazarrón y Cartagena, presentándose á diversos niveles del tramo superior con las otras rocas ya citadas.

Cuarcitas.—En el cerro de la Rellana, barrancos del Rey y del Infierno y otros sitios de sierra Alhamilla, se intercalan, aunque muy escasos, algunos bancos de cuarcitas, ó más bien de pizarras silíceas, entre las talquitas y cloritocitas, así como en las sierras de Bedar, Almagro y Mazmón, donde son semicristalinas, arenáceas y brechiformes, blancas en la fractura fresca, amarillentas ó rojizas al exterior.

Forma á modo de un saliente murallón de recortados crestones una faja de cuarcitas blancas, que en la rambla de las Herrerías se intercala entre las pizarras cloríticas y talcosas hasta la cortijada de Aldeira, estrechando en profundo cauce los comienzos del río Almanzora, y otra larga zona forman las cuarcitas en la cortijada de Puerto Carrero, intercalándose delgados lechos de arcillas.

ESTRATIGRAFÍA.

«La disposición de las capas en las diferentes porciones de la cordillera Bética, dicen los Sres. Barrois y Offret en su excelente Memoria [1], demuestra que no se halla compuesta únicamente por estratos plegados, levantados y cortados por fallas paralelamente á su dirección, sino que además está dividida y dislocada en diversas sierras por un segundo sistema de fallas transversales, próximamente normales á las primeras.

»El tramo inferior ó de los gneises y dolomías, forma en la Serranía de Ronda dos anticlinales paralelos alineados á los 60°, pasando el septentrional por Junquera, el meridional por la sierra de Mijas. También en la sierra Tejeda hace ese tramo un pliegue anticlinal; pero como está dirigido á los 135°, no pueden acomodarse á las equivalentes de Mijas á no suponerlas proyectadas por una falla á lo ancho de Málaga. Si desde esta capital se tira una línea á Alora, siguiendo el valle del Guadalhorce, no se ajustan entre sí los terrenos cristalinos que hay á cada lado de aquélla. Las capas de la sierra Tejeda no pueden unirse con las de la de Mijas, sino describiendo en el fondo del mar un codo brusco en forma de V (fig. 30), á consecuencia del cual toman la dirección á los 90° que se observa de Torrox á Velez Málaga, yendo á parar á la falla arriba supuesta.

»A L. de los montes de Velez Málaga ocultan dicho tramo inferior las pizarras cristalinas que marcan en Sierra Nevada un haz anticlinal dirigido á los 70°, el cual no se relaciona con el anticlinal de sierra Tejeda, sino trazando otro pliegue muy agudo en figura de V, que además debe ir acompañado de una falla transversal alineada de Zafarraya á Motril y muy patente entre este último y Molvizar.

»Al E. de Sierra Nevada hay otro cambio brusco en la dirección

(1) *Estudio geologico del Sur de Andalucía entre las sierras Tejeda y Nevada. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 276.

del haz anticlinal arrumbado á los 60°, acusando una falla cuya dirección se alinea desde Guadix al cabo de Gata.

»En resumen, la disposición de los haces de pizarras cristalinas de esta región demuestra que además de las fuerzas que determinaron su levantamiento, su dirección dominante, sus inclinaciones y sus fallas longitudinales, otras fuerzas ocasionaron grandes fracturas transversales con desvíos horizontales de las porciones separadas por las mismas, las cuales, á pesar de todo, no afectan á la uniformidad de los caracteres de la cordillera que separa la cuenca del Guadalquivir de la del Mediterráneo. Plegada la cordillera por impulsos dinámicos, se fraccionó con posterioridad al sistema triásico en partes que permanecieron en contacto hasta que las denudaciones terciarias y posterciarias ensancharon sus respectivos límites, produciendo enormes cortaduras y barrancos.

»Por esa razón hoy se ofrecen los valles grandes y las cuencas terciarias acomodados á las líneas transversales de fractura, siendo las principales de éstas las de Málaga, Motril y Guadix, que si se trazan sobre un mapa aparecen paralelas dirigidas á los 120°; y si se prolongan, la de Málaga pasa por el islote volcánico de Alborán; la de Guadix por el macizo traquítico de Gata, y la de Motril por el territorio de Zafarraya, epicentro de grandes terromotos en varias épocas, y el cual ocupa el vértice del codo anticlinal desgarrado que describen las capas de sierra Tejeda para pasar á la Nevada.»

La figura 30 representa el plano esquemático que muestra la estructura de la cordillera con las tres grandes fallas transversales ya expresadas.

«Parece, pues, que el macizo estrato-cristalino de esta región se ofrece en un estado de equilibrio instable, representado en los montes de Velez Málaga por un arco tendido cuyos extremos se apoyan respectivamente en las sierras de Ronda y Nevada, y cuyo esfuerzo se tradujo por un empuje continuo sobre las dos fallas de Málaga y de Motril, que por uno y otro lado le limitan. Las múltiples discordancias de estratificación y las oscilaciones del suelo, que vienen repitiéndose en la región desde la época secundaria, podrían atribuir-

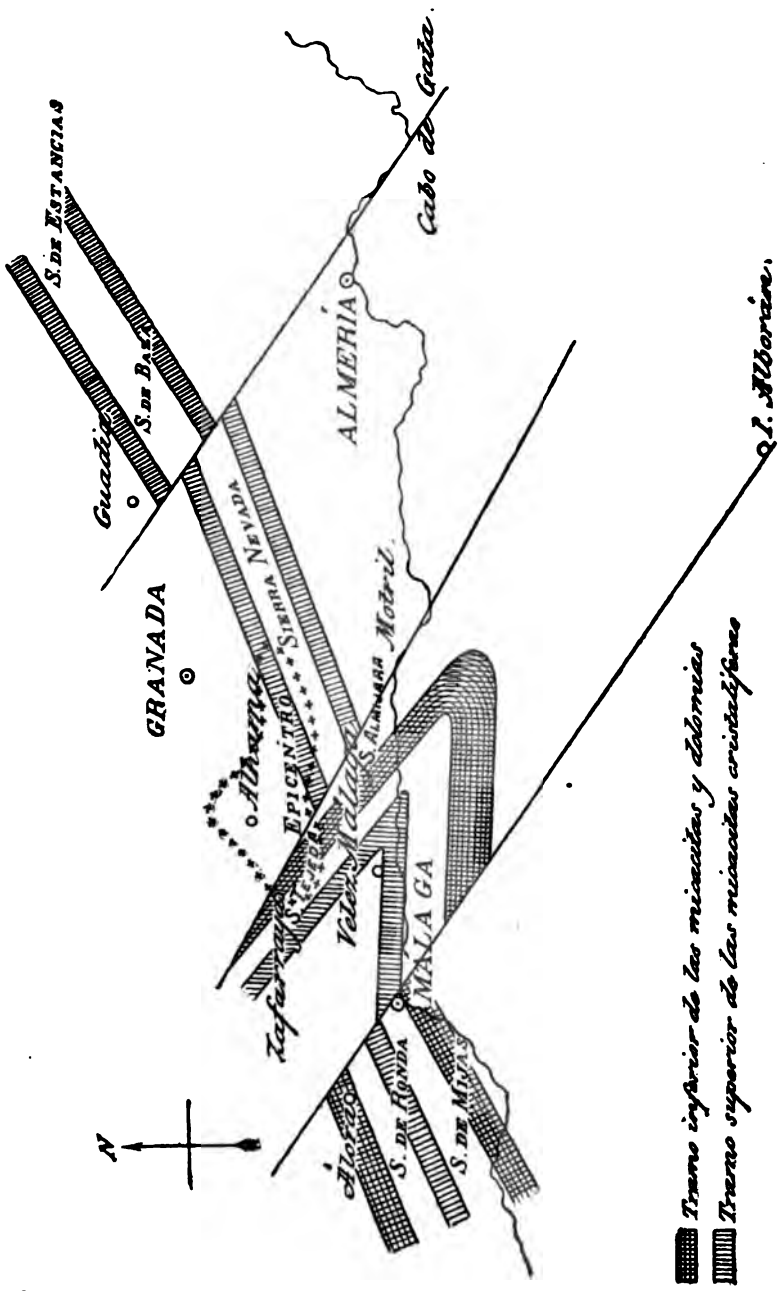

S. de Estancias
S. de Baza
Guadix
GRANADA
Alhama
Sierra Nevada
Epicentro
Sierra Tejeda
Sierra Almijara
Motril
Velez Malaga
Zafarraya
ALMERIA
Cabo de Gata
I. Alborán
MALAGA
Ronda
S. de Ronda
S. de Mijas
N
Tramo inferior de las micacitas y dolomías
Tramo superior de las micacitas cristalíferas

Fig. 30.

se, en esa hipótesis, á que las masas de la Serranía de Ronda y de Sierra Nevada no son capaces de resistir, sin ceder, á esos esfuerzos ejercidos sobre sus flancos. Esto nos induce á considerar las fallas transversales de Málaga, Motril y Guadix, como líneas predispuestas á sufrir los mayores efectos de las fuerzas subterráneas.»

Tal es, á grandes rasgos, la disposición estratigráfica de esta región, explicada claramente por dichos geólogos franceses.

Las Chapas de Marbella es una de las localidades donde más completa se presenta la serie estrato-cristalina en toda esta región, asomando las capas con buzamiento meridional constante. Las colinas que en seis kilómetros se elevan gradualmente desde el mar hasta las Chapas, constituyen los contrafuertes avanzados de la serpentina de la Alpujata. Sobre los gneises de la base hay otros alternantes con micacitas y otras varias rocas, cubriendo á éstas las pizarras talcosas y micáceas de colores claros. El gneis de la base, que asoma en el fondo de algunos barrancos, es el equivalente del amigdaloideo de Guadarrama y Galicia, circunstancia digna de atención por ser el único representante del miembro inferior del sistema en Andalucía.

Los gneises con cordierita forman una faja continua desde Benalmádena á Marbella, arrumbada al E.NE., y se vuelven á encontrar cerca de Istán, en el camino de la casa de La Sepultura.

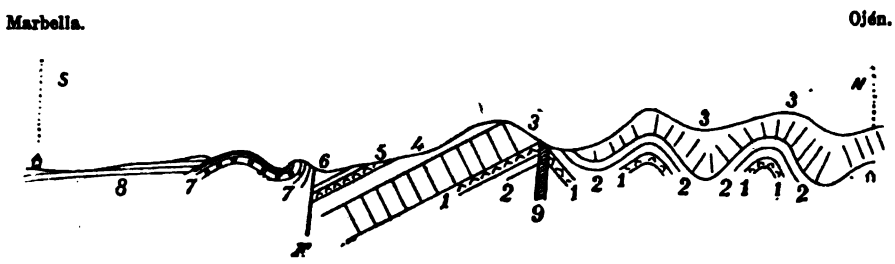


Fig. 31.—Corte de Marbella á Ojén.

La mayor parte de las sierras de Ojén y Blanca están compuestas de grandes masas de dolomía cristalina, alternantes con la parte superior de los gneises y con anfibolitas. La figura 31, tomada del tra-

bajo de los Sres. Michel Lévy y Bergeron, muestra la disposición de los terrenos entre Marbella y Ojén.

El plioceno inferior de la costa (8) se apoya sobre unas pizarras micáceas alternantes con cuarcitas y conglomerados, atribuidos con cierta duda al cambriano (7), las cuales inclinan primero 35° al S., doblándose después al N., concluyendo por levantarse verticales, á consecuencia de una falla, contra los gneises con cordieritas inclinados al SE, bajo los cuales yacen las anfibolitas (5), el gneis anfibólico (4), las dolomías (3), el gneis micáceo (2) y otras anfibolitas (1), repitiéndose tres veces la aparición de la serie.

En los Peñones de Tolox la dolomía alterna con el gneis granulítico, y entre Tolox y Junquera asoma por bajo de las pizarras cristalinas, pero sin acompañarla el gneis.

Siguiendo el camino de Ronda á Igualeja por el puerto de las Cruces, inferiores á las calizas secundarias afloran las talquitas, buzando al NE.; se interrumpen por cierto trecho bajo rocas paleozóicas, y dos kilómetros antes de llegar al segundo pueblo reaparecen las micacitas con gneises intercalados. Desde Igualeja al Puerto de la Robla asoman primero las calizas cristalinas y una roca verde, pizarreña ó compacta, que pasa á un gneis micáceo con grandes cristales de feldespato.

La intercalación de las calizas cristalinas y del gneis se ve también claramente en la sierra Blanquilla, cerca de Junquera, y en la Blanca, al N, de Marbella. Entre estos dos puntos comienzan bajo las pizarras y grauwackas paleozóicas las micáceas, anfibolitas y calizas cristalinas, dibujando en la cumbre un eje anticlinal, pasado el cual afloran otra vez micacitas asociadas á bancos de esteatita. En la vertiente opuesta, hacia el río Verde, reaparece con gran espesor el gneis, rico en andalucita.

En su *Estudio geológico de la Serranía de Ronda*, los mismos geólogos franceses incluyen un interesante corte de Benalmádena á Torre Blanca, que á continuación reproducimos en la figura 32.

Bajando de Benalmádena por la cuesta de Carvajal se deja la brecha caliza cuaternaria (8), sobre la que está edificada la villa, para

entrar en una alternación de dolomía (1) y gneis (2), hasta un dique de serpentina (9), rica en broncita y atravesada por filoncillos de cuarzo (10). Por bajo de ese dique se desarrollan micacitas (3) con variables inclinaciones al S.SE., atravesadas por filones de granulita (12), otros delgados de diorita (13) y vetas de cuarzo con andalu-

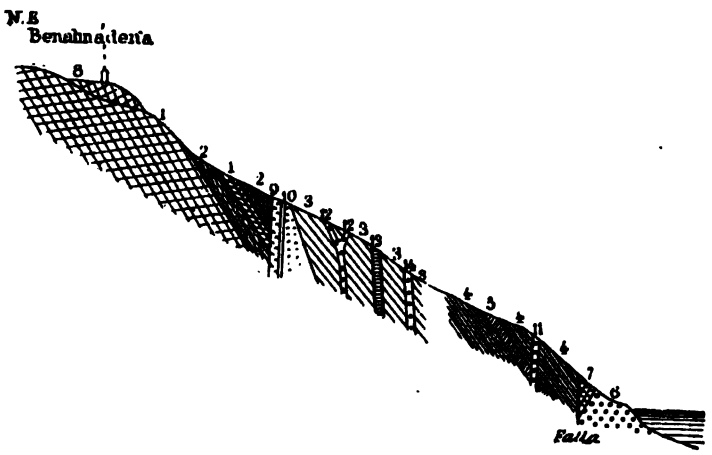


Fig. 32.

cita (14), poco más abajo de las cuales se sobreponen las pizarras (4) y tanitas (5) cambrianas que terminan en una falla. Pasada ésta se presentan cerca de la costa las margas y areniscas triásicas (7), y otras areniscas con pudingas rojas (6), designadas como permianas por dichos señores.

También es interesante el corte que trazan á través de la Serranía de Ronda, que reproducimos en la figura 33 y en el cual se marcan dos pliegues anticlinales separados por otro sinclinal y que ya fueron observados con anterioridad por Orueta y Mac-Pherson. El anticlinal del S., que corre á lo largo de la costa, es el más importante y se prolonga por bajo del Mediterráneo hasta cerca de Almuñécar; el eje del segundo pasa por Junquera y desaparece rápidamente al NE. bajo el numulítico del Colmenar.

Entre Istán y Monda las micacitas constituyen un tránsito entre los gneises con cordierita y las pizarras micáceas; pero con buza-

miento septentrional por el costado N. del gran pliegue anticlinal del collado de Juánar.

Entre Vélez Málaga y el Puerto de Sedella en la sierra Tejeda se

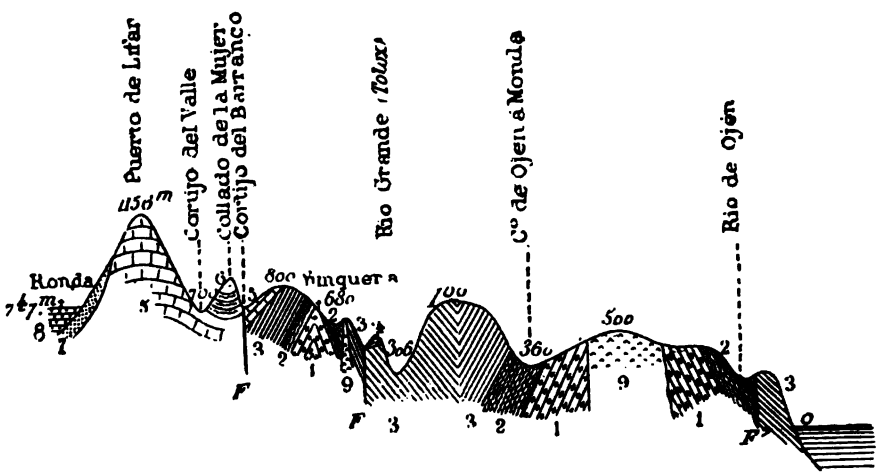


Fig. 33.—Corte de Ronda al Mediterráneo.

1. Gneises y dolomias.—2. Micacitas.—3. Pizarras cambrianas.—4. Permiano medio.—5. Jurásico.—6. Margas neocomienses.—7. Numulítico.—8. Mioceno medio.—9. Diques de serpentina.—*F*. Fallas.

atraviesan desde luego las filitas, pizarras micáceas y talquitas idénticas á las de la Serránia de Ronda; cerca del Rubite asoman grandes masas de micacitas, algunas granatíferas, y pasado el río se intercalan lechos de anfibolitas y calizas cristalinas hasta Sedella, al N. de cuyo pueblo hay un eje anticlinal cambiando el buzamiento al N. En la parte opuesta del pliegue se repite la misma serie de rocas que forman las cumbres de sierra Tejeda, notándose que mientras en la rama meridional las calizas tienen importancia secundaria, en la septentrional adquieren considerable desarrollo, lo que demuestra cuán variable é incierta es la sucesión petrográfica del sistema en esta parte de Sierra Nevada, que, según dicen los Sres. Barrois y Offret en sus interesantes *Estudios*, es un enorme monolito de pizarras, cuya base tiene 80 kilómetros de E. á O. y 40 de anchura, so-

bre la cual se levantan como de un solo empuje los dos picos más altos de España, Mulhacén (3481) y Veleta (3470), con pendientes mucho más fuertes que las de los Pirineos y los Alpes. Pero Sierra Nevada se distingue más de estas otras dos cordilleras por su estructura geológica, pues en ella no se ve la disposición en abanico de los estratos y más bien puede compararse á un haz de capas antiguas empujado hacia arriba, contra el cual se apoyan otras capas más recientes.

A primera vista, la constitución geológica de este macizo parece muy sencilla, pues se compone esencialmente de pizarras micáceas suavemente inclinadas al N. ó al NO. en su parte septentrional, y al S y SE. en la meridional, formando una gran bóveda ó pliegue anticlinal levantado á través del manto de calizas y pizarras superiores á las micacitas.

Según afirma el Sr. Gonzalo Tarín, existen en Sierra Nevada numerosos pliegues, cuya dirección media se ajusta de NE. á SO., que reducen considerablemente el espesor del sistema, al cual se podría suponer á primera vista con dimensiones colosales.

Al N. de la Sierra, los cortes paralelos del Genil y de los Neveros muestran á L. de Huéjar una serie inmensa de micacitas suavemente inclinadas al N., alternantes con otras granatíferas y con pizarras cuarzosas; y en ese conjunto se intercalan al E. del peñón de San Francisco anfibolitas, dolomías, eclogitas y serpentinas que también se observan entre Mulhacén y Veleta, en el barranco de los Azulejos, donde inclinan al N.NO. Otra faja de idéntica composición se prolonga por un lado á Quéntar, la Pera y Lugros; por otro hacia la Calahorra y Charchos, y otra tercera penetra al SE. por la provincia de Almería, cerca de Bayarcal.

Esa fila de rocas verdes ó anfibólicas alternantes señalan un nivel bien marcado en Sierra Nevada, y todos los cortes á través de esta última denotan un espesor comprendido entre 1000 y 1500 metros. A continuación trasladamos en la figura 34 el que incluyen en sus estudios los Sres. Barrois y Offret desde Guadix al mar, pasando por el puerto de la Ragua y Albuñol.

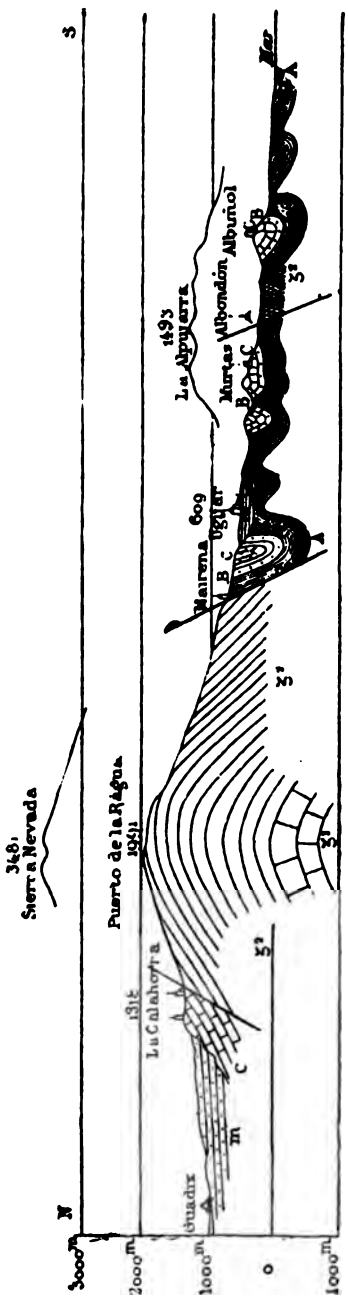


Fig. 34.

ζ¹. Dolomías del tramo inferior.—ζ². Pizarras cristalíferas, esto es, micacitas granatíferas, pizarras micáceas, cloritosas y anfibólicas.—*A*. Pizarras cambrianas del tramo de Motril.—*B*. Pizarras y calizas cambrianas del tramo de Albuñol.—*C*. Calizas triásicas del tramo de Gador.—*m*. Terciario.

Subiendo de Lanjarón á la Sierra, desaparecen las anfibolitas y se siguen las pizarras micáceas escamosas alternantes con otras cloritosas y con micacitas granatíferas inclinadas 50° al S.; más allá se intercala un banco de un metro de espesor de granulita gneísica, al que siguen micacitas escamosas sericíticas, casi horizontales, hasta llegar más arriba á unas pizarras negras mosqueadas, también con sericitas y fajeadas de cuarzo.

En el puerto de la Ragua, entre Ugíjar y la Calahorra, se exhiben las pizarras cristalinas con enorme espesor, y desde Mairena á Júbar se pliegan en todos sentidos, cortadas por filoncillos y costras de oligisto é intercalándose las granulitas. Al N. de Júbar las mi-

cacitas granatíferas, alternantes con las micáceas y las pizarras mosqueadas, sólo inclinan 15° al S.

A lo largo del barranco Agrón, en 150 metros de espesor, se intercalan bancos de gneis sericítico, calizas y cuarcitas dolomíticas blanquecinas y cuarcitas epidotíferas, pizarras micáceas, unas negras con andalucita, otras serpentinosas, otras verdes epidotíferas y otras á las que se agregan la actinota, la sericita ó la mica.

Según otras observaciones del Sr. Gonzalo Tarín, entre Notaez y el río de Trevélez sobresalen las micacitas en agudas crestas muy trastornadas, plegadas y cortadas por fallas numerosas, y á la derecha del río buzan al NE., así como entre Busquitar y Atalbéitar, donde el suelo es sumamente escabroso. Grandes trastornos estratigráficos hay igualmente en las micacitas acompañadas de calizas con pizarras epidotíferas del puente de Izbor, cerca de Lanjarón, así como entre Carataunas y Capileira y en el picacho de Veleta. Las micacitas de los cortijos de Pozo Iglesias, al pie de la sierra de la Hinojosa, están verticales ó muy inclinadas al N.NO.; en medio de sus muchos trastornos estratigráficos, las granatíferas de la rambla del Sacristán, al S. de Caniles, buzan en muchos sitios al O.SO. con inclinaciones comprendidas entre 20 y 70°; entre Rubite y Gualchos también están muy trastornadas, y en la cumbre de la Era hay un conjunto de pliegues sumamente trastornado.

Las Alpujarras son los contrafuertes meridionales de Sierra Nevada, y se interponen entre ellas y el Mediterráneo las sierras de la Contraviesa y de Lújar, cuyas prolongaciones orientales son la de Gádor y la occidental la Almijara, sin que el conjunto de todas estas montañas sea para el geólogo más que una sola mole, recortada en todos sentidos por enormes barrancos.

Sin precisar más su edad, los primeros geólogos que examinaron las pizarras y calizas de las Alpujarras las refirieron al terreno de transición; Ansted y Verneuil sospecharon si serían triásicas; Maestre, carboníferas; Prado, devonianas, y Willkomm, silurianas. Posteriormente, el Sr. Botella comprendió en el permiano las calizas y pizarras superiores, y en el tacónico las pizarras satinadas ó *launas* in-

frayacentes. Al Sr. Gonzalo Tarín [1] se deben los datos más precisos para la determinación de la edad de estas rocas, en las cuales reconoció, por encima de las pizarras cristalíferas, dos tramos diferentes: uno formado por filadios arcillo-talcosos abigarrados, y el otro por calizas y dolomías triásicas, de que trataremos en su lugar respectivo.

Para explicar con detalle estas formaciones, trasladaremos en primer lugar varios itinerarios y cortes trazados por dicho geólogo y por los Sres. Barrois y Offret, tantas veces mencionados.

Entre Lanjarón y Ugíjar, por las faldas meridionales de Sierra Nevada, las micacitas cristalíferas cubren las pizarras satinadas de las Alpujarras, unas y otras cruzadas por numerosos filoncillos de cuarzo; y entre Mairena y Ugíjar se marca un pliegue sinclinal, en cuyo centro, sobre esas pizarras satinadas abigarradas, descansan otras cambrianas, á su vez cubiertas por la caliza azul de Gádor, de que hablaremos más adelante. Siguiendo la costa desde Ugíjar hasta Adra, así como entre Ugíjar y Albondón, se cruzan en Alcolea, Alboloduy y Nerja las mismas pizarras satinadas del tramo superior del sistema, cubiertas entre Alcolea y Berja por el cambriano y el trías.

El barranco que baja de Torbiscón á Río Grande marca una falla dirigida de N. á S., por la cual las micacitas cristalinas granatíferas inclinadas al O. de la izquierda dan frente á las capas triásicas inclinadas al SE. que hay á la derecha. Otra falla á un kilómetro de La Mamola hace que apoyen contra las pizarras cambrianas dichas micacitas, inclinadas 80° al S. y alternantes con otros bancos grisverdosos, tránsito á cuarcitas, con pizarras granatíferas y feldespáticas.

En el corte de Motril á La Mamola, trazado por los Sres. Barrois y Offret, se ven las relaciones estratigráficas de las pizarras satinadas y con cloritoide de Motril con las rocas cambrianas y triási-

(1) *Edad geológica de las calizas metalíferas de la sierra de Gádor. Bol. Com. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 97.

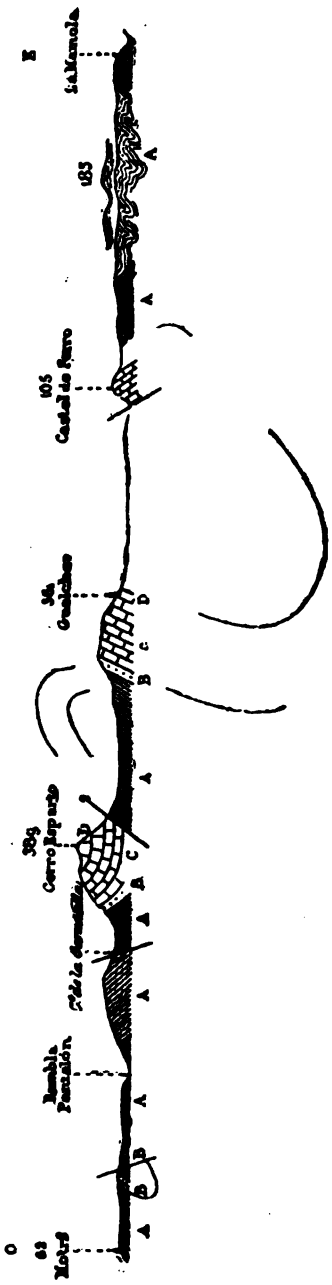


Fig. 35.—Corte de Motril á La Mamola.

A. Pizarras satinadas y pizarras con cloritoide.—*B*. Pizarras, yesos, areniscas y calizas del cambriano.—*C*. Calizas triásicas inferiores.—*D*. Calizas triásicas superiores.

cas en la fig. 35, que se repiten de tres á cuatro veces á consecuencia de cuatro fallas y varios pliegues. En las pizarras con cloritoide se asocian á este mineral el cuarzo, el feldespato y la epidota.

Otra falla que hay á tres kilómetros al N. de Motril que cruza el cerro Gordo, hace que las pizarras cristalinas se apoyen también sobre el trias, marcándose un pliegue anticlinal entre ese cerro y El Toro.

En los alrededores de Lanjarón las muchas fallas y los repetidos pliegues que desgarraron los estratos hacen aparecer varias fajitas de la parte superior del sistema entre otras más anchas cambrianas y triásicas, que detallaremos en el capitulo siguiente. Siguiendo el barranco que hay al N. de la villa, sobre las pizarras negro-violáceas y verdes, inclinadas al NO., se hallan

las satinadas de Albuñol, alternantes con otras piritosas negras, dolomías sabulosas y carñiolas brechoides con yesos triásicos. Una falla dirigida de N. á S. pone en contacto esta hilada con pizarras granatíferas inclinadas 80° al SO., alternantes con pizarras cloritosas y epidotíferas y lechos de 10 centímetros de espesor de gneis con mica blanca.

Al O. del mismo barranco se sobreponen también las calizas dolomíticas á las pizarras con lechos de cuarcita micácea, entre los cuales se interponen bancos de mármol blanco con moscovita y tremolita, sumando un espesor de 50 metros é inclinados al N.

Bajo iguales rocas cambrianas y triásicas, recortadas por diversas fallas, asoman también las micacitas cuarzosas y epidotíferas en tres varios puntos de las inmediaciones de Lanjarón, tales como entre ese pueblo é Izbor, así como marchando hacia Muriana, cuyo corte reproducimos á continuación en la figura 36.

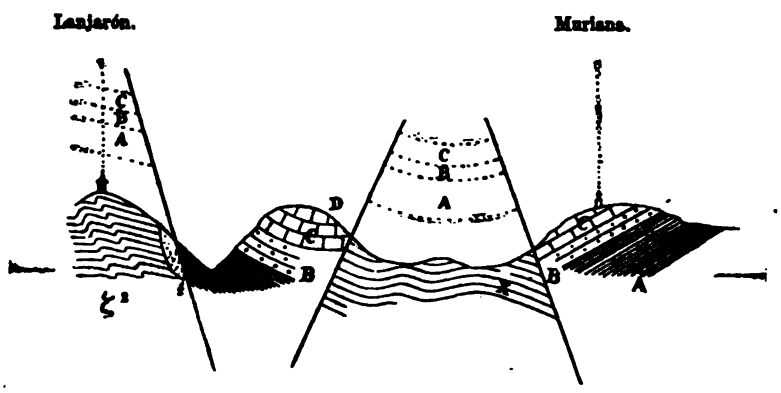


Fig. 36.—Corte de Lanjarón á Muriana.

ζ².—Micacitas granatíferas y anfibolitas.—*X*. Pizarras micáceas.—*A*. Pizarras cambrianas.—*B*. Cambriano superior.—*C*. Calizas triásicas.—*t*. Tobas recientes.

Como continuación de la de las Alpujaras, en la sierra de Las Guájaras, entre Vélez de Benaudalla y Almuñécar, se presentan las calizas dolomíticas blanquecinas, muy parecidas á las de la sierra

Almijara; y bajo las pizarras satinadas con lechos delgados de cuarcita y de caliza, inclinados al SO. de Molvizar, asoman las micacitas y pizarras cristalinas con andalucita que prosiguen á Salobreña, desarrollándose las calizas marmóreas y dolomíticas azuladas y negruzcas en las Vueltas de Almuñécar.

Se observa en Itrabo un pliegue sinclinal donde las pizarras cuarcitosas y las satinadas de variados colores ofrecen muy diversas inclinaciones, apoyadas sobre las calizas que continúan hasta Lentegi, donde inclinan 70° al S. 15° E. Las mismas rocas alternantes ofrecen numerosos plieguecillos en la sierra Almijara, por bajo de otras calizas dolomíticas triásicas.

Nerja se halla edificado sobre pizarras micáceas cristalinas, muy plegadas, suavemente inclinadas al S.SO., que más á L. pasan á micacitas granatíferas con buzamiento opuesto, apoyadas en Herradura sobre las calizas dolomíticas cortadas por una falla.

Las micacitas y pizarras micáceas con andalucita y feldespato muestran varios pliegues entre Nerja y Frigiliana, donde también descansan sobre calizas jaspeadas de blanco y azulado obscuro, grietadas en todos sentidos, inclinadas al NE., de grano uniforme, casi exclusivamente formadas de romboedros, sumando cientos de metros de espesor hasta el valle Chillar, abierto en profundas gargantas. En Nava Chica las mismas calizas dolomíticas describen varias ondulaciones.

Se sigue el límite de las pizarras micáceas y las calizas dolomíticas entre Frigiliana y Cómpeta, atravesadas por numerosos filoncillos de cuarzo con mica blanca y andalucita rosácea en el barranco Patamalara, observándose cerca del segundo pueblo lechos interestratificados de leptinita y gneis de mica blanca.

Forman el litoral de Torrox las pizarras micáceas con andalucita, estaurótida y granate, con algunos lechos interpuestos de cuarcitas epidotíferas, suavemente ondulados al NO. Dichas pizarras micáceas ó micacitas se extienden por el barranco Patamalara hasta Cómpeta, donde asoma el gran macizo de dolomías; y desde allí á Canillas de Albaida forman el suelo unas micacitas feldespáticas, inclinadas al

SO., con lechos intercalados de gneis de dos micas. Canillas está edificado sobre las dolomías blanquecinas y azuladas, inclinadas al NE., prolongadas por el Valle que sigue al N. y cruzadas por un filón de granulita gneísica con mica blanca y turmalina, en cuyo contacto adquieren cristales de tremolita. Las sucede más arriba una zona compuesta de gneis, micacita con andalucita y mica negra, areniscas micáceas, calizas, anfibolitas y cuarcitas epidotíferas en capas alternantes é inclinadas de 45 á 60° al NE. hasta el puerto de Játar.

Al parecer esa faja se apoya sobre las dolomías de Canillas; pero en realidad es inferior y forma el centro de un pliegue anticlinal, tendido en conjunto al N.NE., pues al otro lado del puerto reaparecen las dolomías idénticas á las de Frigiliana, inclinadas 25° al N.NE. Continúan estas dolomías hasta cerca de la venta de Parma, donde bruscamente las limita la gran falla de sierra Tejeda, pasando inmediatamente á micacitas alternantes con gneises de dos micas y leptinitas con turmalinas en lechos de 50 centímetros á un metro, y con otros de caliza con dialaga y de micacita con estaurótida, muy plegados, ya verticales, ya con inclinaciones variables al NE. ó al SO. en el cortijo de Competilla. Entre el de los Nacimientos y el terciario de Játar las micacitas con andalucita, inclinadas al NE., alternan con lechos de pizarras compactas, córneas, calizas azules con silicatos alcalinos y otras micáceas.

Diferentes cortes trazados desde Vélez Málaga á sierra Tejeda por diferentes geólogos, coinciden en la disposición estratigráfica del sistema. Vélez Málaga, lo mismo que Torre del Mar, se asientan sobre unas pizarras negras inclinadas al NO.; y subiendo más al N. se entra en las micacitas y pizarras micáceas con núcleos cuarzosos, cristales de turmalina, andalucita rósea, sillimanita, granates y estaurótida, plegados los estratos repetidas veces. Junto al puerto de Canillas se intercalan otros brechoides de pizarras, psamitas, cuarcitas y calizas epidotíferas, inclinados al SO. y coronados de una psamita parecida á las areniscas silurianas con *Scolithus* de los Pirineos. Cerca de Canillas de Aceituno las granulitas gneísicas, inclinadas al NE.,

alternan con micacitas de mica blanca y nódulos de cuarzo y feldespato, asociadas á lechos delgados de cipolino hasta el macizo de calizas dolomíticas que constituyen la sierra y cuya edad queda indeterminada por la identidad de caracteres litológicos de los diversos mármoles que tanto abundan en las sierras Almijara y Tejeda.

Entre Vélez Málaga y Sedella no se dejan las pizarras micáceas con mica negra, mica blanca, turmalina, granate, andalucita, distena y estaurótida con lechos interpuestos más básicos sembrados de epidota, ofreciéndose hacia mitad del camino unos cantos de cuarcita parecida á la arenisca de *Scolithus*. Todo el conjunto se pliega repetidas veces, pero el buzamiento dominante es al SO.

Desde Sedella á Canillas de Aceituno y Alcaucín, entre las pizarras micáceas se intercalan calizas cristalinas; en el valle del Guaro, al O. de Canillas, aquéllas tienen mucha andalucita é inclinan al N.NE., y cerca de Alcaucín adquieren núcleos feldespáticos, pasando á gneises granulíticos.

A causa de los numerosos pliegues en todos sentidos que formaron los estratos en las sierras de los Filabres, Alhamilla y Cabrera, no es posible señalar una dirección general de aquéllos. Así es que en la última, entre el mar y la garganta de Mojacar, los filadios obscuros inclinan 50° al N.NO.; junto al pueblo inclinan 15° al N., por bajo de Larráez las pizarras afectan innumerables posiciones, y cerca del paraje nombrado Paratá las pizarras azuladas con manchas rojas 30° al S. Las mismas rocas inclinan 52° al O. 30° N. en la rambla de la Sepultura y 45° al S.SE. al S. de la cueva del Pájaro; se desvían al O. 25° N. en contacto con las traquitas de la rambla de la Granatilla; se dirigen verticales de E. á O. en la de Sopalmo, y se tienden hasta la horizontal con grandes ondulaciones en el barranco del Moro. Las pizarras deleznables de variados colores de la cueva de las Vacas y del cerro de las Minas, se muestran verticales y en completa discordancia con las calizas cavernosas triásicas que se sobreponen casi horizontales, mostrando bien á las claras que corresponden á un sistema muy diferente. En el barranco del Forque las mismas pizarras tienen inclinaciones variables al S., desde 45° á la vertical,

y no muy lejos de allí, en el estrecho de los Arejos, se hallan desviadas en ángulo recto con 45° de inclinación al E. Verticales se arrumban al O.NO. las micacitas granatíferas de la rambla del Puerto, y los filadios del cortijo de la Losa, al S. del río Aguas, inclinan sólo 13° al NE. En la rambla de Fain y en la quebrada de la Herradura, cerca de la Cueva del Moro, existen las fallas y resbalamientos más notables.

Aunque con menor irregularidad que en la Cabrera, también las talquitas, cloritocitas y micacitas de Sierra Alhamilla ofrecen variados y confusos cambios de posición, siendo muchos los sitios en que no tienen direcciones bien marcadas. Las pizarras amarillentas y talquitas deleznables de la balsa de Lucaineua inclinan 64° al E.NE., en el Pantano de Nijar 32° al S., entre Nijar y Huebro 65° al S. 20° O., al pie de Culataiví 50° al E., en el cerro Maciscuela de Turrillas 20° al O. 15° S.; están verticales, dirigidas E. á O. en el cerro de la Plaza, en el barranco del Pantano de Nijar y otros varios parajes, y alineadas al O.NO. al S. de Joluque; y en cambio están horizontales ó con pequeñas inclinaciones y variados buzamientos en otros muchos sitios de la sierra cuya enumeración sería interminable. Consideradas en conjunto, se observa una alineación media de O.NO. á E.SE. y un cambio general de buzamiento á lo largo de un eje anticlinal que pasara por las cumbres de Culataiví (1446); pero en los bordes de las distintas fallas que desgarraron y plegaron los estratos se notan las variaciones estratigráficas, en corto trecho ya señaladas.

Profunda y variadamente dislocada ha sido la sierra de Filabres, sobre todo en sus vertientes septentrionales, pues del lado opuesto, es decir, entre El Almendral y Lubrín, hay un trayecto de más de 60 kilómetros donde las capas de pizarra dura forman dentelladuras escalonadas con marcado y constante buzamiento al N. é inclinaciones comprendidas entre los 30 y 40°. Por el contrario, entre la Hoya y Macael, por la terminación NE. de la sierra, es donde existen mayores dislocaciones y roturas en los estratos, así como en el agrio y riscoso territorio comprendido entre la Peña del Negro y el citado Almendral.

Con variables inclinaciones, que por término medio vienen á ser

de 50°, buzan al S. las capas entre el río Almanzora y Serón, en la sierra del Collado de Uleila, en la rambla de la Roya de Macael y en el barranco del Duende de Albánchez; al SO. en este último y en el cortijo de Don Juan de Lubrín; al O. en la rambla de Olula, en la cortijada de Puerto Carreras, entre Purchena y Macael, en el puerto de los Peines de Pulpi; al O.NO. en el Pozo Seco de Lubrín y en Olula de Castro; al NO. en el mojón de Cuatro Puntas y la Peña del Negro de Serón y en Sierro; al N. en varios puntos de la sierra de Mondéjas y de Mazmón, en la bajada á Almendral; al NE. en las ramblas Honda y de los Marchales de Lubrín, en el cerro de Jotatal de Macael; al E.NE. en las canteras de mármol de este pueblo y al S. de Albánches, al E., al pié del puerto de los Peines de Pulpi, entre Sufli y Purchena y en el barranco de sierra Almagro; al SE. en la cuesta Alta de Huércal-Overa y en Alcudia.

Tales ejemplos de tan encontradas direcciones bastan para comprender hasta qué punto han sido replegados en todos sentidos los bancos de este sistema. En la misma Torre de la Bayagona, al NO. de Vera, á causa sin duda de la influencia de las rocas hipogénicas que las desgarraron, las talquitas y pizarras micáceas inclinan de 70 á 75° al S.SE. por la parte meridional, al E. por la septentrional y al NO. por la occidental.

Con sus pronunciados salientes, las cuarcitas de Puerto Carrero marcan las variaciones estratigráficas de la parte oriental de la sierra Filabres, en unos sitios sumamente dislocadas y encorvadas de mil modos diferentes; pero señalándose un pliegue anticlinal y normalizadas en las inmediaciones de Olula de Castro.

Clasificadas por varios geólogos como terrenos triásicos metamorfoseados, se incluyen en el mapa general entre el estrato-cristalino las pizarras azuladas y rojas inferiores á las calizas magnesianas más claramente triásicas que se extienden en la sierra de Almagro, al S. de Huércal-Overa.

Las pizarras micáceas y cuarzosas descuellan en la cuerda de las Palomas, los cerros Bocin y Aquilón y los cortijos del Pilar hasta la playa de San Juan de los Terreros.

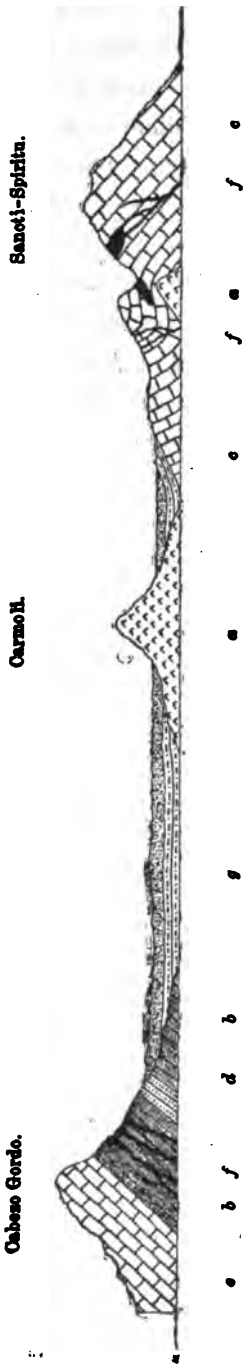


Fig. 37.—Corte de Cabezo Gordo á Sancti Espíritu.

a. Traquitas y andesitas.—*b*. Pizarras.—*c*. Calizas.—*d*. Areniscas.—*f*. Filones y masas de minerales de hierro.—*g*. Terreno terciario cubierto por masas diluviales.

En la provincia de Murcia está principalmente representado el sistema por el tramo superior, reducido el medio á limitados afloramientos y faltando el inferior. El tramo medio está compuesto de micacitas granatíferas; el subtramo inferior del de las talquitas por estas mismas, con varios tránsitos á pizarras arcillosas y cloríticas, por anfibolitas y por calizas; y la división superior del mismo tramo por pizarras arcillosas, satinadas y deleznables, con lechos más delgados de anfibolitas y calizas.

En el cabezo del Molinete y otros puntos del término de Mazarrón los estratos se hallan sumamente alterados por pliegues y roturas en todas direcciones, aun en sitios muy próximos entre sí: todavía parecen más dislocados en la sierra de las Moreras; pero en el Cabezo Negro, sito al NE. de la población, predomina la inclinación de 40° E. con alguna constancia.

En su *Descripción geológico-minera de Murcia y Albacete*, el señor Botella señala desde luego como paleozóicas é indica que pueden ser permianas las rocas estratificadas de las sierras de Cartage-

na y de Mazarrón, que en el Mapa general se incluyen en el sistema que describimos. La lámina VII de dicha Memoria se refiere al corte geológico del Cabezo Gordo, al cerro de Sancti Espíritu, en la sierra de Cartagena, cuyos dos extremos forman dos eminencias de dichos terrenos antiguos, entre las que media el monte Carmoli, algo más bajo, rodeado de terciario y cuaternario.

Sobre las pizarras silíceas y micáceas antiguas se apoyan las calizas que forman esas cumbres extremas, atravesadas por numerosos criaderos metalíferos, según se indica en la figura 37, reducción de dicho corte. En el Cabezo Gordo los bancos inclinan con bastante regularidad, con buzamiento septentrional; mientras que en Sancti Espíritu el buzamiento en conjunto es meridional, pero las capas dibujan algunos pliegues parciales.

ARTÍCULO VII

MINERALES

Debemos, ante todo, advertir que si bien las localidades que á continuación se citan están incluidas en el Mapa en el sistema estrato-cristalino, corresponderán algunas al cambriano ú otro paleozóico todavía insuficientemente deslindados en varias manchas, como repetidas veces hemos ya expresado.

MINERALES DE PLATA

Criaderos de Hiendelaencina.—Arman en el gneis, influído por las rocas hipogénicas de que hay asomos cerca de Cañamares, y para su descripción seguiremos los informes del Sr. Muñoz, quien considera tres sistemas de filones perfectamente caracterizados: 1.°, aquéllos cuya dirección es de E. á O., con buzamiento al N.; 2.°, los que van de N. á S., con buzamiento, ya al O., ya al E.; y 3.°, los que

sin tener los rumbos acabados de fijar, se aproximan á ellos, distinguiéndose de ambos por las diferencias notables en sus gangas, por los diversos fenómenos que se observan al ponerse en contacto unos con otros, ya atravesándolos simplemente, ya produciendo resbalamientos, y por su diferente metalización.

Los del primer sistema son los que produjeron las fabulosas riquezas que del distrito se han extraído, y los más antiguos geológicamente considerados, pues no alteraron la posición de los otros, que en cambio causaron en los primeros discontinuidad, resbalamientos y todos los accidentes que determinan posterioridad de aparición. Cabe en los del primer sistema una subdivisión, llamando primera serie aquéllos que tienen como gangas sulfato de barita, espato calizo, hierro espático, cuarzo hialino, amorfo ó al estado de ágata; y como parte explotable casi todas las especies del género *plata*, desde la nativa hasta las más complejas, en especial los sulfo-antimoniuros y sulfo-arseniuros, en las llamadas agria, vítrea y rojas, las cuales han formado principalmente la parte aprovechable de estos filones. También han presentado, aunque accidentalmente, la galena, la blenda, la burnonita y las piritas de cobre y hierro. En esta serie sólo se ha conocido un filón, en término de Robledo, que haya tenido como ganga predominante el espato fluor en gruesos cristales cúbicos.

Magníficos cristales de plata estriada ó freislebenita se encontraron primero en la mina *Los Artistas*, y después se recogieron de otras varias, en los primeros años de las explotaciones, bajo más de 30 formas diferentes, á veces en maclas muy curiosas, generalmente asimétricas. También fueron notables los cristales aislados de pirargirita ó plata roja obscura, opacos los mayores de *San Carlos* y otras del distrito, y con ambas especies se asociaban las ya citadas. La plata córnea ó cloruro de plata, compacta ó en masas botroides, abundó especialmente en algunas oquedades de la mina *Verdad de los Artistas*, y con ella se presentaron asociadas, aunque en exiguas cantidades, la bromita ó plata verde y la yodita ó plata yodurada. La plata cloro-bromurada se encontró en 1889, en los minerales fe-

rruginosos que hay en Villares, á tres kilómetros de Hiendelaencina, en condiciones análogas á las del filón *rico*, que se halla en su prolongación al SE. De bournonita se recogieron también hermosos y singulares ejemplares, la mayor parte de los cuales pasaron, por desgracia, á colecciones extranjeras.

Los de la segunda serie tienen como ganga dominante el cuarzo morado y resinoide; alguna vez hierro espático, la barita es muy rara; y respecto á su metalización, si bien han presentado las mismas especies de plata que los anteriores, nunca con la abundancia que ellos, predominando en cambio el antimonio, las galenas y las piritas de cobre y hierro.

En general, los filones del segundo sistema, ó sean los del N. á S., son de cuarzo blanco lechoso, nunca de barita ni hierro espático; las indicaciones de plata desaparecen en profundidad y abundan en piritas de hierro más que en la cobriza. Estos filones son los que más alteraciones y de más transcendentales consecuencias producen en el sistema anterior, y las investigaciones hechas en ellos han sido de resultados poco halagüeños.

También se pueden subdividir en otras dos series los filones del tercer sistema, no porque haya diferencias notables en sus gangas y metalización, sino por los rumbos generales que ofrecen. Muñoz designó como de la primera serie los de rumbo NE. á SO., y como de la segunda los dirigidos de NO. á SE. Los de la primera tienen mejores minerales, siendo su ganga el cuarzo y hierro espático, y su metalización antimonio más ó menos argentífero y piritas de cobre y hierro; los de la segunda han presentado el cuarzo como ganga, rara vez metalización de plata, abundantes piritas de hierro y alguna vez de cobre.

La potencia media de los más ricos, ó sea de los filones de la primera serie del primer sistema, apenas han llegado á 30 centímetros, y la longitud mayor en que se explotaron no pasa de dos kilómetros.

Concretándonos al término de Hiendelaencina, que fué el de mayor importancia, se reconocen, como correspondientes á la primera serie del primer sistema, tres filones perfectamente caracterizados

de gangas homogéneas, de indicaciones semejantes en su composición y en sus accidentes, de tal modo que sin duda la causa productora fué la misma y su aparición simultánea. El situado al N. de los tres es el denominado *rico*, el primero que se descubrió y sobre el que se establecieron las célebres minas llamadas *Santa Cecilia*, *Santa Catalina*, *Suerte*, *Fortuna* y *Verdad de los Artistas*, y con posterioridad la *Perla*, *Tempestad* y el coto del *Doctorado*, ó *Enrique Tomás*, á la parte de P.; y el *Relámpago*, *San Carlos*, *Trillana* y *Vascongada*, á la de L.

Todas estas minas avanzaron sus trabajos sobre el criadero con explotaciones regulares, llegando á la profundidad de 400 metros, y extrayéndose desde 1844, en cuyo año comenzaron á explotarse, hasta fines de 1870, en que decayó su aprovechamiento, la enorme suma de 10.437631 onzas de plata, que al precio medio de seis pesetas que en aquella época valía cada una, ascienden á la cantidad de 62.625786 pesetas.

Se explotó el filón rico en una longitud de 1600 metros; su dirección media es E. 21° N., con buzamiento septentrional más frecuente que el meridional y potencia de 20 á 30 centímetros. Ha sido interrumpido por muchas fallas; se bifurcó repetidas veces, y en la mina *San Carlos* se dividió en tres ramales: el del N., inclinado al S., se reconoció en 150 metros en el noveno piso; el del medio ó principal llegó hasta la gran falla que le cortó en la *Vascongada*, y el del S., que buza al N., se explotó sin éxito en la longitud de 150 metros desde el pozo *San Carlos*. Por el lado de P. se presentó más antimonial y cargado de galena; por el de L. era mayor su interés y había en el país la creencia de que tenía su origen en el cerro del Otero, que está más al E., aumentando realmente su contenido en plata hacia ese rumbo, á juzgar por la obtenida en las minas *San Carlos* y *Vascongada*. Pero la aparición de una falla que cortó el filón en la última mina, fué una de las principales causas de la decadencia del distrito.

Por las investigaciones establecidas en la mina *San Guillermo* hay quien deduce que esa falla no es límite del filón. Las investigaciones

de esta mina constan de un crucero al S. del pozo maestro de 217 metros en el séptimo piso, el cual ha encontrado un ramalito de galena argentífera, que remató en blenda, reconocido en 13 metros, y á los siete metros al S. del mismo se vió una guía sin metal. Al N. del mismo pozo y en el mismo piso, existe otro crucero que tiene descubiertos unos 60 metros, habiendo seguido 45 de otro ramal metalizado en pirita con gangas de barita y cuarzo.

Antes de llegar á la falla las labores de la *Vascongada*, siguieron el criadero en todos sus pisos con riqueza hasta ella, y habiéndose bifurcado el filón en su proximidad, ambos ramales fueron de potencia y riqueza uniformes hasta el cruzante. Como la extinción de los filones suele efectuarse por una disminución gradual de aquéllas hasta terminar en una guía, no de un modo brusco, debe, en concepto de algunos, continuar el criadero al otro lado de la falla.

Tuerce el filón longitudinalmente hacia el E., de suerte que, cuando los crestones afloraban algunos metros en las pertenencias de la *Fortuna* y *Santa Cecilia*, ó sea hacia su límite occidental, desaparecía á medida que se caminaba hacia L., llegando á perderse del todo las indicaciones en cuanto se salía de la pertenencia de la *Suerte*. Este fenómeno, tan común en los criaderos, es tanto menos de extrañar en el presente, cuanto que los terrenos de acarreo toman un gran espesor desde el arroyo que limita dicha pertenencia de la *Suerte* por el costado de L. Pero bien sea que esta moderna formación haya cubierto los crestones, ó que éstos nunca salieron á la superficie, como es probable en razón á que el de *San Carlos* no se descubrió sino después de avanzar algunos metros dentro del gneis, ello fué un obstáculo grande para fijar con certeza la profundidad aproximada en que debería encontrarse en las minas colindantes y también para marcar la dirección exacta del filón.

Un hecho tan curioso para la ciencia como contrario á todo cálculo industrial, consiste en los muchos dislocamientos que se observaron en este criadero. En ninguno de ellos hay otra roca que el gneis; casi todos ofrecen una interrupción completa en el filón, y las cuñas ó lajas de gneis que le cortan tienen casi la misma dirección

que las del terreno que forman su caja. Por consiguiente, no hubo datos seguros para buscar la continuación del filón luego que se perdía, en razón á que no siendo esto por efecto de fallas comunes, no es aplicable ninguna teoría de las que la ciencia aconseja. De aquí, sin duda, nació la idea que se tuvo por largo tiempo de que había terminado el criadero como á los dos tercios de la pertenencia de la *Suerte*, cuando en el segundo piso se presentó el primer dislocamiento ó interrupción de este género.

Afortunadamente, aquellas interrupciones casi siempre fueron de pocos metros, y el salto ó desvío del filón de poca monta. En muchos casos bastaba continuar la excavación en la misma dirección que se llevaba dentro del criadero para entrar de nuevo en él, y en otros se le halló ó con un corto crucero al N. ó al S., ó más frecuentemente con dirigirse al lado que el terreno ofrecía alguna descomposición ó venillas de óxido de hierro que acompañan al criadero en sus hastiales. Si estas interrupciones hubiesen sido en corto número, poco habrían afectado á la determinación exacta del filón, porque solían desviarse pocas veces y casi siempre hacia el S.; pero desgraciadamente fueron muy frecuentes, y en algunas ocasiones en sentido contrario, como se observó en *San Carlos*. De modo que se requería el filón en el segundo piso, por ejemplo, con su inclinación septentrional, y á cierta distancia se separaba dos ó tres metros al S. con el mismo buzamiento; y por fin, avanzando más á L., se presentó otra vez interrumpido y se halló cinco ó seis veces en el lado del N. y con un echado fuerte en el mismo sentido.

Con tales alternativas, se puede juzgar lo difícil que sería poder marcar en la superficie la marcha fija del filón. En los pisos primero y segundo de la *Santa Cecilia*, una de las principales minas, se dirigía aquél al E. 25° N. casi vertical, dividiéndose después en tres ramales: uno completamente estéril hasta el límite occidental de la pertenencia, al paso que los otros dos fueron de lo más rico que se explotó hace cuarenta años. En el cuarto piso el filón se dirigía E. 20° N. y se separó 27 varas al N. de la vertical del pozo maestro. En esta mina la potencia media fué de 28 centímetros y la ley en plata

de 3 ½ onzas. El pozo *Reglamento* siguió un ramal de otro filón que se descubrió también por un crucero de la misma mina y por labores de la *Suerte* á la profundidad de 230 varas.

Verdad de los Artistas fué otra mina que dió grandes productos, sobre todo hacia 1855, en cuya época tenía cinco pisos á las respectivas profundidades de 40, 70, 95, 120 y 165 varas. En el primero se encontraron cloruros de plata y plata nativa; en el segundo el filón estaba medianamente metalizado, y entre ambos se instaló un pozo que siguió con bastante riqueza y otro que avanzó al cuarto piso, todo el cual se presentó bastante bien metalizado, aunque con alternativas de distinta riqueza. En el quinto piso se cortaron dos fallas: una que viene de la *Suerte* y otra que es la continuación de la encontrada en el cuarto piso, produciendo un salto al S. de 10 varas en el filón, el cual se presentó muy rico en todo el pozo que comunica este piso con el cuarto.

San Guillermo, Laura, Mallorquina y *Arcángel San Miguel* fueron cuatro minas situadas en el extremo oriental del filón rico, y cuyos importantes trabajos, encaminados al hallazgo de la prosecución del criadero, no fueron coronados del éxito que merecían sus esfuerzos.

El segundo filón, ó sea el del centro de los tres indicados, también ha dado señales inequívocas de su riqueza en las antiguas minas *Mala Noche, Fuerza* y *San Vicente;* pero si bien en algunos sitios ensanchó hasta un pie, se redujo con frecuencia á meras guías.

El tercer filón, reconocido en parte por los trabajos de la *Famosa, Independiente* ó *San Francisco, San Antonio del Tiburón, Argentina, San José* y *Niño*, es el situado más al S. en los límites del gneis con la arenisca y la caliza cretácea, y no fué tan rico como los anteriores, predominando algo la galena y principalmente el antimonio.

En el río de la Bodera, término de Robledo, la antigua Sociedad *Veraguas* hizo algunos trabajos en su mina *Tirolesa*, conocida después con el nombre de los *Diez Obreros*, sobre un filón correspondiente á este mismo sistema, presentando además el espato flúor como ganga, pero con todas las especies de plata y demás acompañantes de estos criaderos. Á pesar de que las labores ejecutadas fue-

ron escasas con relación á la importancia que algunos ingenieros atribuyen á estos criaderos, no dejó de ser considerable la cantidad de mineral extraido. Tiene buzamiento septentrional; se explotó sólo en una longitud de 70 metros, y algunas de sus muestras han dado hasta 10 onzas de plata por quintal.

Dos son los filones más conocidos de la segunda serie correspondientes al primer sistema. Uno explorado en las minas *Taylor, San Miguel* y *Virgen de Marzo*, de ganga cuarzosa y con escasa cantidad de barita y hierro espático, presentando piritas cobrizas y de hierro, cobre gris y ligeras manchas de plata agria y roja. Sus resultados han sido escasos; y el otro filón, situado bastante al N. del anterior, reconocido en las minas *Diógenes, Caridad, Antoñita, San Jorge, Africana, Barco Inglés* y *Desamparados*, presentó trozos con buena metalización, particularmente el comprendido en las tres primeras. Inclina al N.; en estos últimos años ha sido trabajado por cuadrillas de obreros del país, y se descubrió en la falda occidental del cerro de la Temprana á la izquierda del arroyo Moralejo. En sus primeros 18 metros su composición fué compleja, pues contenía plata agria, plata roja, galena argentífera, óxidos, carbonatos y pirita de hierro. En la mina *Vapor* presentó el crestón cloruro de plata y gran cantidad de pirita de cobre; *Barco Inglés* abundaba en galenas muy argentíferas, y *Africana* en galenas y plata agria. Oscilaba su potencia entre 25 y 80 centímetros, y se destacaba en crestones en una longitud de cerca de dos kilómetros.

De los diversos filones comprendidos en el tercer sistema en su primera serie, el principal fué el *San Juan Facundo*, que atraviesa al anterior en las minas *Antoñita* y *Los Compadres:* está reconocido en 260 metros; inclina al O. 26° N.; se compone de plata nativa y *polvorilla*, galena argentífera, cobre gris, piritas de cobre y hierro con ganga cuarzosa, y se descubrió en 1845, presentándose en el comienzo con extraordinaria riqueza, hasta el punto que hubo ejemplares que rindieron más de cien onzas de plata por quintal castellano. A pesar que se conservó el nombre antiguo, desde 1861 reemplazó á la concesión *San Juan Facundo* la *Renunciada*.

Además de los filones reseñados, existen otros de importancia secundaria que ligeramente vamos á enumerar.

1.° El de la *Numantina*, del término de Robledo, dirigido O. 9° N., con buzamiento septentrional, prolongado por ambas orillas del Bodera, compuesto de plata roja, agria, galena antimonial, cuarzo y barita. 2.° El del *Carmen*, del mismo término, dirigido al E. 22° N., buzamiento y composición iguales á los del anterior. Al principio del socavón que tiene se presentó una pequeña falla que le desvió algo al N. 3.° El del *Regalo*, en término de Zarzuela, que está á cuatro kilómetros de *Mala Noche* y parece ser su continuación. 4.° El de la *Catorce*, prolongación tal vez del de *Diógenes*, dejando intermedia una zona de cinco kilómetros que no se investigó suficientemente. 5.° El de la *Rosa*, intermedio entre el anterior y *Diógenes*, tal vez el mismo de ambas. 6.° El de la *Enriqueta*, de Congostrina, á 12 kilómetros de el del *Carmen*, y quizás prolongación de éste, á pesar de tan larga distancia, según algunos suponen. 7.° El de la *Magdalena*, término de Gascueña, el más septentrional de todos, dirigido E. 10° N., constituido por galena, blenda, piritas y cuarzo, habiendo rendido algunas de sus muestras hasta 10 onzas de plata por quintal. Sobre este filón se demarcaron además las minas *Pilar* y *Argentina;* pero sólo se trabajó en pequeña escala en la *Magdalena*.

En 1865, antes de su decadencia ó paralización casi completa, se hallaban en productos las minas *Perla*, *Tempestad*, *Fortuna*, *Santa Catalina*, *Primera Valenciana*, *Segunda Valenciana*, *Santa Cecilia*, *Suerte*, *Verdad de los Artistas*, *Relámpago*, *San Carlos*, *Vascongada* y *Bonita Descuidada*, llegando la profundidad media de sus labores á 333 metros, y la máxima á 390; pero la ley de los minerales iba siendo cada vez más inferior. Aunque en corta cantidad, también produjeron mineral argentífero las *Diógenes*, situadas en otro criadero, según dijimos, y *Mala Noche* y *Carolina*, que caducaron en el año siguiente, en que la producción de las anteriores fué algo mayor.

Una investigación con objeto de encontrar el filón en su extremo oriental, abriendo un pozo de 520 metros, de cuyo fondo partiesen galerías traviesas, se abandonó sin resultados en 1866, al final de

cuyo año se inició el proyecto de investigar por la parte oriental y á mayor distancia del extremo conocido de filón, atravesando el terreno de acarreo que cubre al gneis con bastante espesor.

No fué mejor la situación de las minas en el siguiente año 1867, reduciéndose las principales labores de casi todas al arranque de algunas llaves y al beneficio de escombreras y rellenos, como se efectuó en *Santa Cecilia*. Alcanzaron *Suerte* y *Segunda Vascongada* una profundidad de 370 metros, habiéndose notado que el filón se bifurca en el décimotercero piso, y que la metalización escasea á mayor profundidad. Llegó *Relámpago* á la de 403 metros, y á poco menos *San Carlos* y *Vascongada*.

En el mismo año *Santa Catalina* y *Primera Valenciana* alcanzaban la profundidad de 390 metros, y se hicieron investigaciones en el noveno y décimo piso, encontrando el filón bien caracterizado, pero con poco metal. La explotación tuvo lugar entre el octavo y noveno piso, habiéndose disfrutado también algunas llaves y macizos de los pisos superiores; *Fortuna* sólo produjo 61 quintales métricos de mineral, y *Perla* y *Tempestad* llegaron á 306 metros, pero su explotación se redujo al arranque de algunas llaves en el cuarto y quinto piso.

A los 400 metros de profundidad, en algunas minas mejoró un poco la riqueza del filón *rico* en 1868. La mayor parte de la producción mineral argentífera en 1869, procedió del arranque de conchas y pequeñas lajas adheridas á la roca de los hastiales que quedaron en los pisos anteriores; de la explotación de los rellenos de esos mismos pisos que fueron ricos, y de la rebusca en las escombreras antiguas. La pobreza del criadero y lo costoso de la explotación á las profundidades á que llegaron las labores, iban poniendo el distrito en estado deplorable. En ese mismo año se descubrió un ramal en la mina *San Carlos*, desviado del filón 34° SE., con buzamiento al N.; las minas pertenecientes á la Sociedad inglesa *Bella Raquel*, ó sean *Perla*, *Tempestad*, *Valenciana primera* y *Santa Catalina*, aumentaron algún tanto la producción respecto á los años anteriores; pero la riqueza del mineral iba disminuyendo hasta el punto de bajar su ley

media á 6,64 onzas por quintal en el año siguiente. Esto consistió, no sólo en el menor espesor del criadero, sino en la parcial sustitución de los minerales de plata por los de plomo y piritosos. *Unión* y *Verdad de los Artistas* representaron ese año una ley media de 9,27 onzas de plata por quintal métrico de mineral; fué de 12 en la *Relámpago*, de 6 en *San Carlos* y *Vascongada*, y de 3 en *Bonita Descuidada* y *Santa Cecilia*.

Sensible fué el descenso de la producción en 1871, año en que estuvieron paralizadas *San Carlos*, *Vascongada* y *Relámpago*, y casi abandonadas *Bonita*, *Descuidada*, *Segundo San Juan de la Cruz* y *Doctorado*. En dicho año y los sucesivos la Sociedad *Pureza*, dueña de las investigaciones *San Guillermo* y otras convertidas en registros, continuó sus trabajos con ahinco en busca del ramal del S., á L. de la falla.

Vascongada y *San Carlos* aumentaron nuevamente su producción en 1873 y 74, debido á los esfuerzos de los operarios que trabajaron á destajo en la parte descubierta. Pero el vicioso sistema de *saca género*, reducido á arrancar los restos de minerales, tanto en las paredes de las excavaciones, como en los rellenos, sin hacer labores de investigación, había de conducir forzosamente á la total decadencia en la producción.

En 1874 la mina *San Guillermo* encontró una vetilla de galena con algo de plata.

En estos veinte años últimos, lánguida y pobre ha sido la marcha de los trabajos en esta comarca, en otro tiempo tan rica; y sólo merece anotarse como hecho de algún interés que en 1889 se descubrió en la mina *Santa Catalina* la continuación del filón rico á 500 metros de profundidad.

Criaderos de plata de Cartagena.—La importantísima comarca minera de la sierra de Cartagena figura entre las más ricas de minerales de plomo; pero es tan compleja y variada la composición de sus criaderos, que también entre los de plata debemos mencionar algunos. Aparecen en primera línea los de la mina *Rica* ó *Carmelita*, sita en el extremo meridional del Lomo de Bas; arman los minerales

entre las pizarras arcillosas, y á corta distancia al N. se dirige E. á O. una extensa masa de rocas porfídicas. Hay en ella dos filones principales, *San Francisco* y *Carmen*, y tres ramales que se separan de este último. Corren próximamente verticales al N. 10° E.; se hallan reconocidos en más de 700 metros, y los dos mayores van tan juntos, que á veces sólo distan un metro. En su composición entran los hidróxidos de hierro mezclados con hierro argentífero, carbonatos de cobre, plata antimonial, cloruro de plata y plata nativa mezclada con arcilla ferruginosa.

Algunos ejemplares de esta última clase han dado hasta 90 onzas de plata por quintal de mineral; pero de producto tan extraordinario se ofrecieron pocos ejemplares, y el tipo general fué de onza y media.

Comunmente las clases ricas forman pequeñas geodas acompañadas de los carbonatos de cobre en masas fibroso-radiales; y lejos de hallarse repartida la riqueza con igualdad, se observó que la parte más considerable de plata acompañaba á la menos cobriza, mediando una zona de 1000 metros desde la masa porfídica hasta el pozo llamado del *Agua*, donde se presentó más abundante aquel metal. En esta zona se establecieron los principales trabajos, tocándose á los 15 metros el principio del segundo filón y á los 30 el ramal llamado *Segunda Cruz*.

Tanto estos nuevos como las dos anteriores, *Carmen* y *Primera Cruz*, descubiertos desde la superficie, continuaron hasta los 35 metros, idénticos en composición y con la potencia de 40 centímetros. A ese nivel acaecieron cambios notables: las pizarras arcillosas se convertían en masas de arcilla revueltas con trozos de mineral, de tan poca consistencia, que necesitaron una fortificación completa; los hierros espáticos sustituyeron á los hidróxidos de hierro; la pirita de cobre á los carbonatos, y á la vez que los filones adquirieron mayor potencia, disminuyó el tipo de su riqueza. Siguió así verticalmente durante 15 metros, pasados los cuales se presentaron tendencias á su anterior estado, se afirmó el terreno, el espesor volvió á ser de 40 centímetros, reaparecieron las especies ricas, aumentan-

do la plata hasta dos onzas, siendo de notar que entre todos los filones el de *Segunda Cruz* fué el único cuya riqueza ha sido más constante. Además de los minerales citados desde el segundo entrepiso, apareció la galena argentífera en todos los filones, y aunque volvió á desaparecer, puede sospecharse que el criadero se convertirá totalmente en plomizo.

Algunas minas del distrito, como *El Corcho*, *Carolina*, *Murciana*, *Serrano*, *La Belleza* y otras, han dado durante mucho tiempo arcillas blancas, amarillentas ó parduzcas que contienen proporciones considerables de plata nativa, clorurada ó fosfatada, esparcidas en su masa en forma de pajitas ó de concreciones agrupadas en bolsadas irregulares entre la masa ferruginosa. La presencia de la plata puede atribuirse, en opinión de Massart, á que fué arrastrada á las grietas ó hendiduras después de expulsadas de las galenas transformadas en carbonatos por los agentes exteriores, y de reducirse por materias orgánicas al estado nativo, produciéndose una precipitación mecánica. El *Corcho* y la *Murciana* han sido las dos minas que mayores cantidades han rendido.

Hacia 1869 adquirieron importancia los criaderos de hierro argentífero de la Crisoleja y el Prado, puntos que en otras épocas fueron objeto de una activa explotación de carbonatos de plomo. Éstos se habian agotado, y quedaron completamente al descubierto las masas de óxidos de hierro que les limitaban y las arcillas pizarreñas que les servian de yacente. Por mucho tiempo fueron consideradas unas y otras como materias estériles é indignas de ser miradas con atención, hasta que una circunstancia favorable demostró que las arcillas y los hierros eran muy argentíferos. Una fábrica adquirió casi de balde algunas tierras plomizas y *calabazas* sumamente pobres, muy mezcladas con esas arcillas y hierros, y se observó que el producto obtenido en los hornos cuando con aquellas substancias se cargaban, aunque igual en plomo, era mucho más rico en plata. Semejante resultado no podia pasar desapercibido ni dejar de producir sus naturales consecuencias. Al abandono en que yacian estas minas, sucedió una actividad febril: todas poblaron de nuevo sus trabajos,

multiplicaron de un modo infinito sus minados y no cesaron un momento en su rápida explotación hasta haber apurado aquella nueva riqueza.

«Una circunstancia muy digna de tenerse en cuenta, agrega el entendido ingeniero Sr. Malo de Molina [1], contribuyó poderosamente á precipitar aquella marcha y á favorecer más al minero que al fundidor. Como la plata no era perceptible; como en nada se distinguían dos trozos de arcilla ó de óxido de hierro, uno muy argentífero y otro completamente estéril; como en la composición del criadero sucedía lo mismo, pues insensiblemente se pasaba de las zonas más ricas á las que nada valían, y como en esa localidad para las compras y ventas de ciertos minerales se suele prescindir de los ensayos docimásticos, se estipuló entre mineros y fundidores que todo tuviera el mismo valor, fijando un precio constante de dos pesetas á cada carga de mineral. Con estas condiciones quedó más favorecido el minero, porque ninguna regla ni cuidado tuvo que guardar en su explotación; y como quiera que los rellenos y escombros que en las antiguas explotaciones plomizas se dejaron en esas minas eran precisamente las substancias que nuevamente adquirieron valor, comenzaron, como era natural, por extraerlos, limpiando los minados y dejándolos, como suele decirse, á *plan barrido*. Terminada esta limpia, comenzó la explotación sin orden ni concierto, sin idea fija, pues que á ciegas se marchaba, respecto al conocimiento del mineral. El objeto no era más que producir al día muchas cargas, fueran ó no de valor para la fábrica; y llegó á tanto el afán, que se dió el caso de tener los compradores que cargar el mineral por turno riguroso y de aguardar á pie firme en la mina hasta sesenta horas para que aquél llegase y pudieran adquirir después de tan largo tiempo su mineral, tuviese 15 y hasta 20 por 100 de plata ó no valiera un ardite.

»Andando el tiempo comenzó á distinguirse empíricamente el mineral rico del estéril, pues aquél solía venir acompañado de arcillas

(1) *Bosquejo minero de la Sierra de Cartagena*, pág. 43.

teñidas por el carbonato de cobre; y la riqueza mineral que los mineros vendieron últimamente, oscilaba tan sólo entre media y una onza de plata por quintal castellano.

»Con esta explotación se descubrieron potentes capas de cuarzo poroso cristalino, ó sea una reunión de diminutos cristales de cuarzo, semejante en su aspecto al de una esponja, especie de cuarzo néctico pulverulento y muy puro, que se denominó *chiscarra*. Estas capas, comprendidas entre los óxidos de hierro superiores y las arcillas inferiores, se aprovecharon, no por su contenido, pues eran completamente estériles, sino *para mezclarlas con los minerales ricos y rebajar su ley*.

»Hace más de veinte años quedaron agotadas estas minas de hierros y arcillas argentíferos, y al furor de entonces habría sucedido de nuevo otro periodo inactivo, si no se hubiese enlazado la falta de aquel mineral con el valor que adquirieron los criaderos de hierro propiamente tales.»

Otros yacimientos de minerales de plata.—Uno de los descubrimientos más curiosos é interesantes de minerales de plata ocurrió en 1870, en las labores de la mina *Unión de los tres*, sita en el llano de las Herrerías, término de Cuevas de Vera. En ese año se encontraron ricos criaderos de plata nativa en la zona de contacto de los filadios estrato-cristalinos con las traquitas, cubiertas ambas formaciones por margas y arcillas terciarias y cuaternarias; y este yacimiento, que se supuso en un principio de extraordinarias dimensiones, está reducido al espacio de 90 hectáreas ocupado por la citada mina y sus colindantes *Atrevida*, *Milagro de Guadalupe* y *Santa Ana*. Tal limitación se comprobó también en profundidad, pues en cuanto se penetra en las pizarras micáceas el mineral va desapareciendo. Esta plata nativa es muy notable por formar una especie de filigrana ó delicado tisú de extraordinaria blancura, compuesto de finísimos cristalillos entrecruzados, y no es precisamente en el estrato-cristalino donde se encuentra, sino más bien en un conglomerado cuarzoso formado de cantos angulosos unidos por un cemento silíceo que cubre á las pizarras micáceas.

Como prolongación del grupo de Hiendelaencina, arman en el gneis de los términos de Montejo de la Sierra, Horcajuelo, Pradena del Rincón y Paredes de Buitrago varios filones paralelos, arrumbados según el meridiano magnético, buzando todos al E., con inclinación variable entre 45° y la vertical, oscilando su potencia entre cinco y 30 centímetros. Todos presentan salvandas arcillosas de color blanco ó gris azulado, que en algunas comarcas, sobre todo en las próximas á Paredes, que son las más meridionales, se hacen pardas y negruzcas. Como gangas aparecen el cuarzo, ya compacto y lechoso, ya cristalizado y hialino, la marcasita y con menos abundancia la baritina, teñida en ocasiones de un color verde amarillento, debido á la presencia de sales de plata. Las substancias beneficiables son la plata nativa, la antimonial, la roja, la sulfurada, la freislebenita y la sulfurada ferrífera, siendo además una circunstancia curiosa el encontrarse el cinabrio en manchitas muy diminutas.

Hay descubiertos tres ó cuatro filones principales y varias vetillas, constituyendo lo que los alemanes llaman *zug*, atendiendo las cortas distancias de estéril que las separan. Así en el pozo *Pedro* de la mina *Perla* se han cortado dos que solo distan dos metros; mientras que junto al pozo *Perla*, á 169 metros al S. del anterior y en una zanja abierta al pie de la Casilla, apenas están espaciados 30 centímetros. Lo mismo se nota en las minas *Clotilde* y *Asunción*, distantes poco más de 60 metros de la anterior, y cuyas vetas deben reunirse en una sola en la concesión *Potosí*, del término de Paredes, pues en ellas se observa una intercalación de arcillas cuyo espesor llega á tres metros. La metalización en la *Perla* fué de 400 gramos de plata por metro cuadrado.

En tiempos antiguos y modernos fueron repetidas veces emprendidas y abandonadas diversas labores en el cerro de la Plata, término de Buitrago sobre una gran baldosa de pirita arsenical argentífera acompañada de la cobriza y cuyo contenido en plata oscila entre una y 14 onzas; masas, filones y manchitas parecidos se hallan en Cabanillas, Torrelaguna, Miraflores y otros de la provincia de Madrid, reconociéndose en ellos indicios de plata roja; próximo á Pra-

dena y Paredes hay otro filón grueso de pirita arsenical que corta casi en ángulo recto los argentíferos que se extienden entre Buitrago y Hiendelaencina, y otros cuarzosos con idéntico mineral cruzan el gneis en diferentes puntos de Somosierra, Guadarrama, Riaza, etc.

Aparte de otros varios filones cupro-argentíferos de que hablaremos más adelante, son especialmente ricos en plata los minerales de ciertos filones de las faldas meridionales de Sierra Nevada. La pirargirita ó plata roja obscura, asociada al sulfo-arseniuro de antimonio que es más abundante, acompañados de piritas de hierro y cobre y de mucho hierro espático, componen un filón de 20 centímetros de grueso en el término de Capileira. Se benefició principalmente en la mina *Nena*, existiendo otros filones parecidos inclinados al O. en Carataunas.

MINERALES PLUMBO—ARGENTÍFEROS

Criaderos de Sierra Almagrera.—Entre los criaderos plumbo-argentíferos más ricos de España figuran en primera línea, desde que en 1839 fueron descubiertos, los de Sierra Almagrera, que todavía no han sido objeto de un detenido estudio geológico, pero de los cuales daremos una idea general, según los diversos datos en varias épocas publicados.

Sierra Almagrera se halla atravesada en muchos puntos por filones de galena argentífera de variable potencia y riqueza, cuyas gangas son esencial y constantemente de barita, hierro espático, cuarzo y hierro hidroxidado ó arcilloso. Todos ellos, con raras excepciones, se aproximan á la dirección N. á S., con la circunstancia de que buzan hacia L. ó hacia P., según que se hallan al E. ó al O. del Jaroso. Del mismo modo que éste, se bifurcan y ramifican de diferentes modos; y pasan hoy de cuarenta los reconocidos, sin contar con una multitud de vetas insignificantes. Están situados en su mayor parte al O. del Jaroso, y pertenecen al mismo sistema, como se deja conocer fácilmente por su paralelismo general y por la analogía en su composición. En sus afloramientos eran ferruginosos, acompañados de

sulfatos de barita y cal, y varios ofrecían á la vista galena argentífera, conteniendo desde una onza hasta 17 de plata por quintal. También hay otros filones formados por el mineral de hierro que sirve de cemento á pequeños trozos de pizarra, dando origen á una especie de brecha particular. El aspecto que presentan las materias que constituyen estos filones al exterior, principalmente los hierros, que aparecen escoriáceos y como fundidos, indican que la aparición de estos criaderos debió ser acompañada de fenómenos hipogénicos.

Tres grupos principales existen en Almagrera, designados por los nombres de los barrancos que los surcan, á saber: Jaroso, Francés y Chaparral. Tomando como tipo el principal y primitivo filón del Jaroso, de su descripción se podrá deducir la marcha general de los demás.

El extremo meridional del Jaroso marca el centro de la Sierra Almagrera, estando además muy cerca de su punto culminante, llamado el Puntal del Ruso. En los diez primeros años fué reconocido y disfrutado en 600 metros de longitud y 200 de profundidad, y se dirige casi de N. á S., inclinando 48° E. en su extremo meridional y 70 en el opuesto. Corta las pizarras micáceas casi perpendicularmente en algunos puntos, variando mucho en otros á causa de las ondulaciones y trastornos que aquéllas sufrieron en diversos sitios por las erupciones porfídicas, que asoman á la superficie con bastante extensión en la falda N. de la sierra (cerros de Alifraga), y hacia su extremo oriental en el sitio llamado Orilla del Bramador. El espesor del filón llegó á 10 metros en algunos puntos, si bien por término medio no excedió de 2,50; manifestó en un principio diferentes ramas que partían de la masa general, pero después se hizo unido y compacto.

En tres clases pueden agruparse los minerales que le constituyen: 1.ª, galena, sulfuro, arseniuro, sulfo-arseniuro, y cloruro de plata, y cobre gris; 2.ª, cobre nativo, carbonato de cobre, pirita de hierro y sulfuro de antimonio; 3.ª, hierro hidroxidado compacto, hierro espático, yeso, barita y silicatos de alúmina y magnesia. El primer grupo comprende los que son el principal objeto de la explotación,

el segundo los accidentales, y el tercero las gangas. En un principio se aseguró haberse hallado además plata roja y plata nativa, pero no se comprobó después tal supuesto, y entre las variedades distintas de galena se encontraron las de hoja ancha, de hoja radiada con aspecto antimonial, de grano brillante *(metal de luz)*, de grano fino y tono mate *(acerado)* y la mezclada con óxido y carbonato de plomo y hierro arcilloso *(metal negro)*.

Además de las substancias indicadas se descubrieron algunas curiosidades mineralógicas que merecen recordarse.

Desde luego Breithaupt encontró tres especies nuevas, á saber: *zincosita*, *jarosita* y *zincazurita*. La primera tiene el brillo de plomo carbonatado; 4,331 de peso específico, se presenta en cristales pequeños iguales á los del plomo sulfatado, se compone de óxido de zinc y ácido sulfúrico, y no es, por lo tanto, más que zinc sulfatado anhidro. La *jarosita* es brillante, trasluciente, de color pardo; cristaliza en romboedros, de crucero fácil; tiene 5,256 de peso específico, es insoluble en el agua y se compone de sulfatos de hierro y alúmina. La *zincazurita* se confunde por su aspecto con la malaquita azul; su peso es 3,490, se compone principalmente de óxido de zinc y acompaña con la zincosita algunas costras de hierro oxidado estalactítico. Las tres nuevas especies son producto de la descomposición de la blenda, de la pirita de cobre y del hierro carbonatado.

En algunos sitios, aunque raros, el filón se componia esencialmente de celestina amarillenta que se confundió con la barita, y en sus huecos se hallaron delicados cristalitos de plomo blanco y de cloruro de plomo, que juntamente con el cloruro de plata constituian la verdadera riqueza del criadero. Además de la celestina se presentó una especie de hierro oligisto pulverulento, con un contenido de dos á tres onzas de plata, diseminado con irregularidad, y se han hallado también en el Jaroso bellos grupos de cristales de sulfato de barita, tabulares, cubiertos de una costra de hierro y salpicados de oropimente escamoso. Ligeros indicios de bromuro de plata se vieron en el barranco de Avalos y al pie del de la Raja; en el filón *San Gabriel* se recogieron cristales octaédricos de galena de tres pulgadas de longitud;

en la rambla de las Vacas, la misma substancia en cubos; en el barranco de la Torre, abundantes y hermosos cristales de plomo carbonatado, y en varias minas, masas considerables de azufre nativo. En la mina *Paraiso* se encontraron ejemplares de galena pseudomórfica del yeso, acompañada de cristales aciculares de este último.

De hierro hidroxidado arcilloso son las salvandas del filón, que se dividen en fajas paralelas. Se observan también *soplados* ó grietas irregulares de varias dimensiones, cuyas paredes, cubiertas de hierro oxidado estalactítico y en forma de riñones, afectan figuras caprichosas; en tales soplados se solían encontrar el cobre nativo arborizado, azurita y malaquita, y sobre el hierro manchas de yeso teñidas de azul por el cobre.

Los cambios más notables que experimentó este criadero desde el origen de su descubrimiento fueron los siguientes: la galena granuda y hojosa, el cobre gris, los cloruros y sulfuros de plata abundaron en la parte alta, donde la ganga se componía de peróxido de hierro compacto, barita y yeso; estos tres últimos fueron reemplazados después por el hierro espático, entre el cual constantemente seguía una faja de barita de variable anchura. A ésta y al hierro espático atravesaban venillas de galena acerada, que á medida que se apartaban de la línea de contacto de las gangas, disminuían en riqueza y potencia, hasta el punto que las más distantes de la barita se reducían á cintas de un color obscuro sin brillo metálico. Tan variable fué el espesor de la faja barítica, que en unos sitios pasaba de cuatro metros, y en otros, situados más al S., apenas se conocía. Hubo minas, como la antigua *Observación*, en que la barita y el hierro espático alternaban tres y más veces en zonas paralelas, interrumpidas á trechos en su continuidad por barita sin cristalizar, á cuyo alrededor se depositaron venillas de sulfuro de plomo en curvas de dibujo caprichoso. En otras minas la barita se halló completamente terrosa. La multiplicidad de las fajas de barita en la parte inferior del filón, parecía indicar la presencia de dos ó más de éstos, máxime si se atiende á que cuando apareció por primera vez y de un modo regular el hierro espático había una sola faja de barita. Sin embargo, un estu-

dio detenido hizo ver que siempre hay una de ellas más potente y más rica que las demás. Constantemente se hallaron en corta cantidad el cobre nativo y el carbonatado, que generalmente iban acompañados del sulfuro y eran signo seguro de la riqueza del mineral en plata.

Al principio se presentaba en una proporción insignificante el sulfuro de antimonio, y tan luego como empezó á desarrollarse la explotación, fué sustituido el hidróxido de hierro por el hierro espático casi en totalidad, el cobre desapareció, y la ley en plomo y plata disminuyó considerablemente. Este cambio se advirtió primero en las minas que están al extremo del filón y después en las restantes.

La potencia mínima del filón fué de 40 centímetros, siendo su masa de hierro espático; pero en este caso la grieta es más ancha y está rellena por una pizarra azulada que indica la proximidad del agua por la humedad de que participa. Unas veces esta pizarra envuelve fragmentos de barita con alguna galena, y otras veces trozos de hierro carbonatado completamente estériles.

La clasificación industrial de los minerales se hizo desde luego en *recio*, *garbillo de* 1.ª ó *primeras*, y *garbillo de* 2.ª ó *segundas*. *Recio* se llamaban los trozos más grandes de galena, en que la ganga entra en corta cantidad; *primeras* el mineral menudo en que la barita y las otras gangas no están en una fuerte proporción, y *segundas* las substancias argentíferas de baja ley. A estas denominaciones se añadieron después las de *polvos*, *guardillones*, *vaciadero* y *escombros*. Las partículas más ligeras, arrastradas por el viento al verificarse la limpia por medio del garbillo, se iban depositando sobre el piso y habian pasado desapercibidas. La casualidad de haber descubierto que contenian más de una onza de plata, promovió su beneficio, y bien pronto quedaron barridas las inmediatas á los garbilladores. No tardó en disminuir la proporción de las dos primeras clases, y en cambio las segundas aumentaron considerablemente, circunstancia que indujo á los fundidores á probar fortuna con los guardillones, que siempre tienen algo de óxido de hierro, barita y hierro espático, con una corta cantidad de plata.

De algo más de cuatro onzas de plata por quintal de mena era la riqueza media de los minerales en 1843; pero poco después bajó á una onza, y el contenido en plomo que ascendia al 13 por 100 descendió al 4.

La composición del recio y de las primeras varió mucho en los primeros años y en cien partes oscilaba generalmente entre las siguientes cifras: Sílice y alúmina, 17 á 23; sulfato de barita, 3 á 5; hierro, 28 á 30; cobre, 1 á 2; arsénico y antimonio, 0,10 á 3,50; plomo, 10 á 27; plata, 0,20 á 0,50; cal y magnesia, 3 á 6; azufre, 4 á 13; agua y pérdida, 1 á 5.

La facilidad con que se excavó la roca en un principio, de tal manera halagó la codicia de los mineros, que pronto bajaron á grandes profundidades con los trabajos de arranque. Esto en nada habria afectado su porvenir, si en vez de haber empezado por explorar la parte alta del filón hubieran profundizado á encontrar apoyo para las obras de fortificación, y establecidas éstas, se hubiese puesto en juego un sistema de labor fijo, en armonia con las circunstancias del criadero, como hubo que hacerlo después, siendo preciso emplear una gran parte de los productos en las mamposterías, en las cuales apenas se podia avanzar. Por otra parte, á medida que se iba descendiendo y que aumentaban las consiguientes dificultades, disminuyó la riqueza del criadero y se agravó la necesidad de establecer medios de desagüe enérgicos, pues las labores se inundaban.

Estudiando con atención el criadero se descubrió que hubo un punto de mayor riqueza, desde el cual, partiendo en todos sentidos, disminuía lenta y progresivamente. Ese punto coincidia con la parte central del filón.

Por la relación que puedan tener con la situación de las minas actuales, apuntaremos brevemente el estado de las que primitivamente existieron en Almagrera, enumerando las del filón Jaroso de N. á S.

Las Animas. Limitó por el N. la longitud del filón, en cuyo extremo es pobre, pues predomina el hierro espático, pero avanzaba más al N. en mayor profundidad.

Esperanza. A 70 varas de su pozo maestro se bifurcó el filón en

dos ramas, una de las cuales se subdividió en otras dos; las dos ramas del O. se unieron á las 120 varas en vertical y la tercera á las 140. Las cuñas estériles interpuestas hubieran hecho mucho daño si no se hubiesen recibido pronto por arcos de 11 á 14 varas de cuerda. El filón presentaba intermedios de hierro espático que se hacía más frecuente en profundidad; la potencia total pasó de 3 metros y la masa estaba cruzada por numerosas vetas de galena acerada.

El Carmen. Esta mina, la más antigua de todas, fué también la más rica y se hallaba en el centro del filón. No solo dependió de la calidad del mineral su mayor riqueza, sino por el espesor del criadero que pasó de 10 metros en algunos sitios. En un extremo de la concesión se componía de hierro espático y arcilloso, con una corta cantidad de galena fino-granuda, y marchando más al N. daba una vuelta disminuyendo su espesor é inclinando de 55 á 60° E. Un sitio hubo muy notable conocido con el nombre de *gallinero,* en que el filón ostentó su poderío en espesor, calidad y cantidad, para disminuir después su riqueza en todas direcciones. Mucho mineral se extrajo de ese sitio; mas por lo mismo, para reconquistarle después, hubo necesidad de invertir sumas de consideración en las mamposterías.

Observación. En su línea de contacto con *El Carmen,* explotó el filón en su máxima potencia, participando también de condiciones desfavorables para su buena fortificación. Los registros á E. y O. que se hicieron al tercer nivel para reconocer el criadero, demostraron que éste pasaba de cinco metros, inclinaba 55° y se componía de hierro carbonado con algo de barita, galena antimonial, hierro hidroxidado, carbonatado de cobre y algo de pirita.

Rescatada. Al N. del pozo maestro en su quinta galería llegó á tener el criadero 15,80 metros de espesor, incluyendo una cuña interpuesta entre el filón Jaroso y el de San Gabriel que aquí se unieron bajo un ángulo de 30 grados. Estos dos filones conservaron por algún tiempo sus respectivas inclinaciones, casi al mismo rumbo de 55 grados el primero y 33 el segundo, y no lejos de su unión se halló un soplado grande, cuyas paredes estaban tapizadas de óxido de

hierro arriñonado con cuatro adarmes de plata por quintal. En la reunión de los dos filones, el del Jaroso, sito en el pendiente, iba bastante acompañado de óxido de hierro, mientras que San Gabriel constantemente vino en hierro espático.

Estrella. Situada en el extremo meridional del filón que aquí se ramifica en vetas de longitud y potencia variables, existiendo entre algunas un intermedio de 25 metros de espesor y acabando completamente estéril. En las labores inferiores estaba constituido por el hierro espático, con gran escasez de minerales argentíferos, cargado de barita en algunos puntos, y se perdió por el lado del Sur en 1846.

Belén de Salcedo. Principió á explotarse en 1851 sobre el filón San Gabriel, aquí inclinado de 45 á 55 grados S. O., con espesor de un metro, constituido por hierro espático, sulfato de barita y galena antimonial con algo de pirita. La caja era más resistente al SE.

Templanza. Se destaca en lo alto de la sierra en favorable situación, teniendo parte de su terreno sobre el barranco Jaroso, parte en el de la Cala del Cristal, y debe su mérito á la perseverancia de sus propietarios que sostuvieron trabajos de investigación cerca de cuarenta años seguidos, sin pensar jamás en su abandono, bajando con fe ciega hasta el tercer tiro, en cuya profundidad se presentó el filón con excelentes condiciones. Se componía en su mayor parte de galena con 62 por 100 de plomo y hasta 10 onzas de plata por quintal.

San Cayetano. Situada donde se bifurca el filón, con un metro la potencia, y compuesto de galena laminar con algo de galena fina, ganga de barita y algunas pintas de carbonato de hierro.

Gloria, *San Luis* y *Justicia* se hallan sobre un filón paralelo al Jaroso, casi estéril al N., pero rico en profundidad. *San Andrés* tiene uno de los filones más importantes de la sierra, y del cual se derivan varias ramas. Al S. se encuentra *San Torcuato*, que á los 279 metros de profundidad tiró una galería al O. para cortar el filón de *San Andrés;* y á continuación de ambas penetró 221 metros la *Venus amante* sin encontrar mineral.

Entre las minas del barranco Chaparral merecen mención las *En-*

cantada, Herminia, Esquerra, República y *San Isidro*, éstas dos situadas en la parte del Norte.

Herminia figura entre las de mayores productos de Almagrera: es su criadero de extraordinaria longitud y de potencia tal, que en algunos sitios pasó de 13 metros. Épocas ha tenido en que se encerraba en almacén mineral cuyo valor se calculaba en 1000 duros diarios. En 1874 se avanzaron 683 metros de filón, el cual, en el cuarto piso tenía cuatro metros de espesor con regular metalización. En 1881, en el banqueo comprendido entre las galerías 10 y 11, osciló de dos á cuatro metros la potencia del criadero, compuesto de baritina y hierro espático, con vetas de mineral acerado y antimonial. El filón de la *Encantada* ostentó en algunos puntos una potencia de más de siete metros, y en otros se bifurcó una rama al N. y otra á 15° E. *San Isidro*, cuyo pozo maestro cortó el filón dirigido N. á S., avanzaba con sus labores á 143 metros de profundidad en 1876. Al N. de ella se situó la *Prusiana*, en la cual la galena argentífera rica se mezclaba con carbonatos de hierro en profundidad, y ambas comenzaron con un filón de piritas y algunas pintas de metal acerado.

En el barranco Francés existen numerosas minas de gran importancia, varias de ellas provistas de máquinas de vapor para la extracción; entre otras las llamadas *Eloisa, Recompensa, Casa de las Vacas, Ramo de Flores, Medio Mundo, Mundos* (a) *Riojana, Poderosa Envidiada* (a) *Chacona* é *Iberia*. Solamente algunos datos dispersos apuntaremos de algunas de ellas. A mediados del 76, á los 228 metros de profundidad de su pozo maestro, la *Poderosa Envidiada* encontró la quebrada N. de la *Medio Mundo*, que es de colosales dimensiones; en el pendiente lleva una veta metalífera de 10 centímetros, y en el yacente otra de carbonato de hierro ó *molinera* de unos 25 centímetros, término medio. *Desconfianza* (a) *San Gonzalo*, coje una rama derivada del filón *Iberia* que parte al N. desde el sitio que en esta mina se llama el *gallinero*, porque se divide el criadero en varias vetas.

Existen otras muchas minas de importancia en otros parajes de la sierra, entre las cuales citaremos *San Nicolás de Bari*, del barranco

Acebuchar, cuyo pozo maestro cortó algunas vetas de pirita argentífera, y á los 190 metros de profundidad encontró otros dos metros de *blandura* con molinera, guijo, blenda, piritas y galena acerada; *Los Amigos*, del barranco Pinalbo, que en el cuarto tiro cortó con una traviesa al E. un filón inclinado al E., de 50 centímetros de espesor, algo descompuesto, con galena de hoja ancha, nudos de acerado, barita y cuarzo; *Asunción*, del barranco Chico de la Torre, cuyo filón ferruginoso tenía cloruros metálicos y barita.

Criaderos de la sierra de Cartagena.—Una de las comarcas de España donde ya en los tiempos antiguos se hicieron grandes trabajos mineros fué la sierra de Cartagena, cuyos plomos eran conocidos por toda la región mediterránea, antes de la fundación del imperio romano. Según los vestigios hallados, sería hacia el año 200 de la Era Cristiana cuando los trabajos llegaron á su mayor apogeo y la ciudad á su mayor importancia histórica. Algunos siglos más tarde la invasión árabe trajo la decadencia de la industria minera en este distrito, y hasta 1462 no volvieron sus desiertas comarcas á adquirir algo de actividad con la explotación de las traquitas aluníferas del Cabezo Rajado, cerca de la villa de Alumbres. Después de tantos siglos de abandono, el descubrimiento del filón Jaroso, ocurrido en 1839 en los confines de la inmediata provincia de Almería, despertó el deseo de hallar riquezas análogas, y por toda la sierra fueron codiciosamente buscados los escoriales antiguos para beneficiar el plomo que aún contenían.

De 1842 datan los primeros productos en plata y plomo de la sierra de Cartagena; en 1843 había en movimiento diez fábricas, y dos años más tarde en que el tratamiento de las escorias antiguas estaba en todo su auge, tomó un vuelo asombroso la exportación de plomos, figurando en ellos por casi la totalidad los procedentes de la fundición de las escorias. Pero en 1847 en que iba secándose este abundante manantial que legaron los antiguos, aconteció providencialmente el descubrimiento de los carbonatos y brilló un nuevo porvenir para la industria minera.

Aparecieron los carbonatos desde el cerro de Sancti-Spiritu hasta

la cuesta de las Escalericas en una extensión de cerca de una legua de largo por media de ancho, y se obtuvieron en cantidad considerable en las minas de los *Pedernales, lomo de las Narices, Crisoleja, Cuesta de Porman, Cucones, cerro de Sancti Spiritu* y en la parte alta de la *Rambla de la Boltada*. En los tres últimos puntos, sobre todo, el mineral era más rico en plata y plomo á medida que las excavaciones ó desmontes avanzaron en profundidad.

Pero los carbonatos hubieron de tener su límite en profundidad donde empezaban á presentarse sulfuros, cuya cantidad iba progresivamente aumentando á medida que desaparecían aquéllos procedentes de la descomposición de las galenas y la sustitución del azufre por el ácido carbónico. Aun prescindiendo de ese límite hasta donde los agentes exteriores pudieron actuar, su detestable explotación á cielo abierto, ó sea con grandes desmontes ó *rozas*, cercenó considerablemente su producción. Sin embargo, en varios puntos el arranque á cielo abierto fué una necesidad, porque el terreno se presentaba muy flojo y descompuesto, y el bajo precio del mineral, á dos reales quintal, impedía el establecer costosas fortificaciones, y más teniendo en cuenta que los desmontes ponían de manifiesto una cantidad tal de antiguas explotaciones subterráneas, que algunos cortes podían compararse á un gigantesco panal de abejas. De todas maneras, la inmensa acumulación de escombros que tales desmontes produjeron llegaron á imposibilitar su prosecución en cuanto se llegó á profundidades de 50 metros.

A pesar de la antigüedad de más de veintiún siglos que por lo menos cuenta la explotación de estos criaderos, y sobre todo de la actividad que desplegaron los romanos, apenas han hecho otra cosa los industriales modernos que arrancar superficialmente las menas que han ido descubriendo, pues entre todas las concesiones de la sierra no pasará de una docena aquéllas cuyos pozos maestros hayan avanzado 170 metros, profundidad á que también llegaron los romanos en algunos puntos.

Entre las distintas clasificaciones que se han hecho de los criaderos de Cartagena, citaremos las del antiguo Inspector del cuerpo de

minas D. Ramón Pellico, establecida bajo un criterio puramente geológico, y las de los Sres. Massart y Malo de Molina, fundadas en la naturaleza de las substancias beneficiables.

Según Pellico, se distinguen principalmente tres clases de criaderos en la sierra de Cartagena, á saber: 1.° Capas filones de galena hojosa ó de grano grueso, pirita de hierro, blenda y sulfuro de antimonio con ganga arcillosa y ferruginosa. Los cuatro sulfuros metálicos mencionados se encuentran casi siempre reunidos, aunque en proporciones muy variables; la pirita de hierro es con frecuencia arsenical y á veces va acompañada de pirita de cobre. Arman estos criaderos en las pizarras arcillosas, que por su influencia perdieron en parte su textura foliácea, convirtiéndose en algunos sitios en termántida ó porcelanita, y adquiriendo en otros, como en el collado de Don Juan, un aspecto escoriáceo. Varía mucho la inclinación, así como el espesor comprendido entre 0,25 y 4 metros; rinden sus menas del 10 al 55 por 100 de plomo, y su ley en plata varía de dos á dos y media onzas por quintal de plomo. 2.° Depósitos irregulares de carbonato de plomo acompañado del sulfato y otras sales del mismo metal, cuya producción es debida á cambios químicos de las primitivas galenas. La acción ígnea que acompañó á las traquitas, posteriores al mioceno por lo menos, influyeron con energía en las galenas, favoreciendo la producción del ácido carbónico la existencia de la caliza allí inmediata. Entre los centros de erupción de la sierra sobresalen el de la cumbre de la Crisoleja, que es el más notable, de Santi-Spiritu y del lomo de las Narices, y en ellos ó en sus inmediaciones es donde de preferencia abundaron los depósitos de carbonato de plomo. 3.° Bolsadas estratiformes, vetillas y manchas en la caliza de galena antimonial, cuyo producto en plomo es de 40 á 65 por 100, con pequeñísima cantidad de plata y acompañada aquélla de espato fluor blanco ó violado. Se hallan principalmente en las colinas bajas de la Cala de Porman y del puerto de Escombreras y en las sierras de Carrascoy, del Caño, Cabrera, Almagro y Pedro Ponce, donde son de poca regularidad y constancia.

Según Massart, los criaderos de Cartagena pueden agruparse en

las secciones siguientes: *A*, hierro silicatado; *B*, blenda; *C*, hierro hidroxidado; *D*, plomizos; *E*, de calamina; *F*, de estaño oxidado; *G*, cobre carbonatado, y *H*, piritas de hierro.

El Sr. Malo de Molina [1] considera los siguientes: 1.°, carbonato de plomo superficial; 2.°, carbonato de plomo subterráneo; 3.°, sulfuros de plomo; 4.°, minerales de zinc; 5.°, minerales de plata sin plomo; 6.°, minerales de hierro; 7.°, silicato de hierro; 8.°, varios minerales.

A roza abierta y en grandísima escala, constituyendo un sistema que por lo gigantesco mereció el nombre de sistema de *traslación de montes*, se han explotado, hasta agotarlas en cuarenta años, inmensas cantidades de carbonato de plomo, íntimamente mezclado con arcillas ferruginosas, en contacto inmediato con grandes masas de óxido de hierro. A este carbonato se dan distintos nombres en la localidad, según su riqueza y las gangas que le acompañan. Se denominan *tierras plomizas* aquellos minerales desagregados ó terrosos tan pobres en plomo que tienen por límite máximo de su riqueza el 8 por 100; son *galenas* para los mineros de este país la misma substancia anterior, que más comprimida y de más coherencia, posee mayor riqueza; *canutillo* es el carbonato de plomo cristalizado en largos y delgados prismas de color blanco, y *tierras de canutillo* se denominan las substancias terrosas muy pobres en plomo que encierran en sus hoquedades diminutos cristalillos análogos á los anteriores.

En las mezclas íntimas de óxidos de hierro y carbonatos de plomo hay que distinguir dos especies minerales, diferentes en su yacimiento, en su aspecto y en su modo de formación. Donde fué más enérgica la acción que produjo la mezcla se ofrece una masa á modo de brecha ó pórfido, en cuya pasta de hierro hidroxidado están implantados cristales ó masas cristalinas de carbonato de plomo y de cuarzo, y esta variedad se denomina *hierro con plomo* y *hierro con guijo*. Si la acción ígnea no fué tan intensa, pero sí más duradera y tran-

(1) *Bosquejo minero de la sierra de Cartagena.*

quila, se formó una limonita en roca más ó menos coherente y de variable riqueza en plomo, presentándose éste unas veces en granos esparcidos en la masa, de manera que pueden señalarse claramente como resultado de la agrupación alrededor de diversos puntos de atracción, y otras tan finamente diseminado, que no es posible á simple vista distinguir una *calabaza* rica de una *calabaza* pobre.

Las mismas variedades industriales de carbonato de plomo se ofrecen también en el interior bajo la forma de capas interrumpidas, comprendidas entre otras de arcilla, constituyendo unas veces criaderos de una sola clase de mineral, carbonato de plomo, y otras de dos ó más, sulfuro de plomo y carbonato de zinc. Estas capas metalíferas, generalmente concordantes con la estratificación, son muy irregulares en su dirección, inclinación, espesor, riqueza y composición. Son más bien series de bolsadas comprendidas en una zona metalífera de gran potencia formada por las arcillas, generalmente encerradas entre las calizas metamórficas superiores y los filadios inferiores conocidos con el nombre de *laja azul*. Solo como una excepción muy rara se encuentra esta clase de mineral en las calizas ó en los filadios, y en tal caso rellena huecos, cavidades y grietas preexistentes de corta extensión.

La inclinación de las capas que forman esta serie de bolsadas concuerda con la estratificación de las arcillas, que á su vez afectan la misma disposición que los cerros, montes ó cabezos en que radican. Así es que en el interior se observan análogas ondulaciones á las de la superficie, y es creencia general en el país que *las capas de los carbonatos tienen la misma forma de los cabezos*, expresión que si no rigurosamente cierta, puede tomarse como aproximada.

En los distritos metalíferos clásicos, la galena se asocia generalmente á otros minerales, llenando con cierta simetría la hendidura más ó menos dilatada de la roca donde encaja; pero en la sierra de Cartagena el modo de yacimiento es distinto, pues las substancias minerales se hallan repartidas caprichosamente, y así se ofrecen de las siguientes maneras: 1.ª, en bolsadas, vetas ó manchones entre el hierro silicatado; 2.ª, en riñones ó granos cristalinos entre la blen-

da; 3.ª, en vetas ó riñones entre el hierro hidroxidado, y 4.ª, en ramificaciones entre la caliza, que á veces afectan la forma de verdaderos filones, como se observa en algunos sitios del barranco del Pajarillo y del llano de los Blancos. En los tres primeros casos suele armar única ó principalmente en las pizarras.

Los trabajos subterráneos no pueden dirigirse en tales yacimientos, según las reglas para el examen de los criaderos regulares, puesto que hallándose esparramada la materia útil sin sujeción á ley alguna, forzosamente ha de sustraerse á toda clase de investigación racional, y sólo la práctica puede guiar al minero.

Se encuentran los yacimientos más abundantes en galena, en la faja de hierro silicatado, principalmente de los barrancos Mendoza y Francés, pudiendo agruparse aquéllos en cuatro clases distintas, si solo se atiende á la naturaleza del mineral: 1.ª, galenas que sólo contienen indicios de blenda y pirita; 2.ª, galenas con abundante ganga de estas dos últimas; 3.ª, galenas mezcladas de hierro y manganeso oxidados, con algo de zinc y cobre, y 4.ª, galenas sin más que hierro oxidado, con algo de sílice, que dan plomos muy puros. La segunda clase es la peor, y sólo puede fundirse cuando se le ha separado una gran parte de sus gangas, lo que á veces es muy difícil á causa de la diseminación de la blenda.

Poco argentíferos suelen ser los carbonatos, pero en cambio las galenas varian entre 80 y 250 gramos de plata por quintal métrico de plomo. Fuera de los criaderos que arman en la caliza, los pertenecientes á la pizarra son siempre inferiores á los del carbonato de plomo, y con frecuencia les acompaña la blenda, así como aquéllos siempre contienen pirita de hierro y á veces calamina.

Si la pirita de hierro es la única substancia extraña que se asocia al sulfuro de plomo, el criadero afecta de preferencia la forma de vetas ó filones; si á ella se une la blenda, se presenta la galena en mantos ó capas concordantes con las de pizarra, y si el mineral aparece bastante puro y muy diseminado, afecta la misma disposición que tiene la roca de la caja.

Criaderos de tan distintas condiciones exigen métodos de explota-

ción diversos, y por lo tanto, se deben considerar aisladamente. El Sr. Malo de Molina establece desde luego dos grupos principales, según que armen en la caliza ó en la pizarra, y subdivide los de este último en dos secciones, atendiendo á si constituyen filones ó capas. Otros ingenieros distinguen más bien dos series de filones: los que cortan la estratificación y los de contacto, siendo general que estos últimos se intercalen entre la caliza (pendiente) y la pizarra (yacente).

Lo más notable de estos criaderos de contacto es la extraordinaria irregularidad en su potencia y en la repartición del mineral. En algunos puntos se forman grandes cavidades entre la caliza rellena de mineral puro, y luego vuelven á encontrarse grandes espacios en que la masa arcillosa apenas tiene trazas.

En cuanto á las galenas que arman en las calizas, aun cuando no podemos entrar en este trabajo en detalles relativos á la explotación de las minas, por sus excepcionales condiciones, trasladaremos del *Bosquejo minero* del Sr. Malo de Molina algunas indicaciones del sistema especial aplicado á su laboreo:

«Se ha llamado en Cartagena *trabajos de andaluces*, por el país de que procedieron los mineros dedicados á tales labores, siempre de exíguas dimensiones, muy irregulares y al mismo tiempo muy económicas; y redúcese tal sistema á lo siguiente: sin regla fija, guiándose tan solo por el capricho, por una pequeña mancha ferruginosa ó por alguna partícula de galena, se emprende la perforación de un pozo estrecho y tortuoso, de poca profundidad, ó de una galería descendente escalonada, irregular, y tan estrecha que apenas baste para el ahogado paso de los obreros.

»Estos siguen las *blanduras* del terreno que les conduce á la profundidad que juzgan conveniente para desarrollar sus labores, cuya disposición y cuya forma tan sólo obedecen á la idea de perseguir las más ligeras guías ó indicaciones de mineral, que á su vista perspicaz nunca pasan inadvertidas; y una vez encontrada la *veta* ó *vetilla*, se dedican á arrancar hasta la más insignificante molécula de sulfuro, para ellos *plomizo*, procurando no barrenar lo estéril y ajustarse fielmente á la marcha del criadero. Si éste ensancha, la labor ensan-

cha; si estrecha, la labor se reduce hasta el punto de no permitir el tránsito más que de costado ó arrastrándose por el suelo. La poca zafra estéril que por necesidad se produzca y la ocasionada por el primer estrío y subdivisión en trozos menores, que siempre se verifica dentro de la mina, nunca salen al exterior, sino que se depositan cerca del punto en que se arrancaron.

»Con tales cualidades, que necesariamente han de causar grandísima economía, en la cual interviene mucho la habilidad del operario, no puede luchar sistema alguno de explotación, siquiera sea medio ordenado. Los *andaluces* son los únicos capaces de explotar ventajosamente estos minerales, tanto porque á dichas labores están acostumbrados desde la más tierna edad, cuanto por su sobriedad excesiva, que les permite resistir mejor las adversidades de la fortuna, y necesitar una recompensa menos crecida que cualquier otro operario. Estos criaderos se hacen inaprovechables si se entregan á otros trabajadores algo más cómodos ó más exigentes, y seguramente los *andaluces* no conocen rival para investigar y economizar en la explotación del *plomizo*. Veta, venilla, filón ó *pintos* que un andaluz no explote con ventaja, puede relegarse confiadamente al olvido, en la completa seguridad de que nada vale; y no es esto debido solamente al modo de explotar, sino también consecuencia del método de concentración ó limpieza que usan. Una piedra, un martillo, un garbillo y una espuerta son todos los útiles de que dispone un operario andaluz para poner en el estado más conveniente de venta el mineral que él mismo extrajo pocos días antes.»

En las galenas que yacen en las pizarras hay que distinguir los filones y las capas, pero ante todo debemos decir cuatro palabras de los bancos de cuarcita ferruginosa que entre aquellas se intercalan, relacionados íntimamente con los criaderos. En esos bancos existen entre las pizarras algunas capas de una cuarcita ferruginosa, separadas por lechos de aquéllas de poco espesor, que en general desaparecen á poca profundidad; y entonces los bancos de cuarcitas, cuya potencia varía de 10 á 15 metros, se reúnen en un solo cuerpo. Por la constancia de su desarrollo y otros caracteres, forma el horizonte geoló-

gico más importante del distrito. Su color es el verde oliva, su dureza muy elevada, su fractura concóidea, la extructura compacta ó cristalina, y á menudo está atravesada por vetas de cuarzo, venas, nidos ó riñones de galena, acompañados muchas veces de blenda y de pirita. Esta masa cuarzosa, que contiene el óxido de hierro en estado de sal ferrosa, no ha sido formada con toda probabilidad por vía de depósito sedimentario, porque en tal caso la peroxidación del hierro hubiera sido inmediata. La constancia de su composición, cualquiera que sea el punto en que se descubra; su extructura, á menudo cristalina, y las frecuentes geodas de silicato ferroso que contiene, son otros tantos caracteres que tienden á confirmar que ese depósito debe tener sus analogías y relaciones con las formaciones metalíferas. Analizada esta masa por M. Marsart, su composición puede formularse como sigue: sílice, 43,20; óxido ferroso, 45,15; alumina, 3,15 y agua, 6,25.

Como se ve, se acerca á la composición de los silicatos de hierro bien definidos; y sometida una muestra á la calcinación al rojo, pierde el agua, el hierro se peroxida, y de verde aceituna que era su polvo, se convierte en moreno negruzco. Al blanco naciente se reblandece, y no tarda en fundirse si se eleva un poco más la temperatura. Por su excesiva dureza no ha podido emplearse en las construcciones: pero como en los hornos de plomo es un fundente enérgico, es buscado muchas veces por los fundidores del país para facilitar el tratamiento de ciertos minerales. En todas partes donde esa capa ferrosa ha salido á la superficie, los agentes atmosféricos la han alterado profundamente; el óxido ferroso, después de su peroxidación, se ha separado de la sílice, en opinión de Marsart, á una altura más ó menos considerable; de manera que las partes superiores de ella se han transformado en un verdadero yacimiento de hierro hidroxidado. La potencia total de sus capas llega á pasar de 100 metros en algunos sitios, tales como en el *Pozo mancomunado*, establecido en el cruce de los límites de cuatro concesiones, entre las cuales se hallan las minas *Emilia* y *Josefita*. Este pozo ha pasado de 200 metros de profundidad, después de atravesar en toda su altura potentes bancos del hie-

rro silicatado, apenas interrumpidos por algunos lechos pizarreños.

Aunque no de mucha longitud y más ó menos tortuosos, existen verdaderos filones entre las pizarras que se muestran al N. y al E. del cabezo de Don Juan, en la sierra de Ponce y en el barranco Mendoza, en cuyos parajes están situadas las minas *Monte Carmelo*, *Diccionario*, *Estrella*, *San Pascual Bailón*, *Valerosa*, *Esperanza*, *San Rafael*, *San Quintín* y otras varias. En el lomo de Bas los principales filones están reconocidos en una longitud de 1.500 metros; se alínean al E. 30 N., y son cortados por otros dos sistemas de menor importancia.

Si la concentración del sulfuro de plomo no ha sido bastante enérgica para reunirle en un todo más ó menos compacto y homogéneo, y, por el contrario, el mineral quedó diseminado irregularmente en las mismas pizarras, el criadero constituye lo que se denomina en el país un *manto de azules*, es decir, una capa mineral de muy poca riqueza, surcada indistintamente de vetas de desigual potencia y dirección. Aunque no son exclusivos de determinados puntos de la sierra, se presentan principalmente en el collado de los Lobos, y tanto los criaderos como el terreno que los contiene son muy resistentes.

Así se comprende los inmensos huecos que para explotarlos se han abierto en tiempo de los romanos y en la época moderna. Los huecos antiguos se muestran aún en el mismo estado en que quedaron, pero los de nuestro siglo se hallan arruinados y rellenos de escombros, no sólo porque se han destinado posteriormente á depósitos de zafra estéril, sino porque su poca estabilidad así lo ha exigido.

Si el minero fija constantemente su atención en que las dimensiones de los huecos sean proporcionales á las resistencias de los terrenos, nunca resultará perjuicio en que aquéllas sean grandes. Bien sabido es en Cartagena que las labores reducidas no son compatibles con esta clase de criaderos. Pero entre que sean exíguas y la exageración en que se ha caído, hay el término medio aceptable del sistema de huecos y pilares, que no se ha seguido en la localidad por juzgarle, equivocadamente, más costoso que el de grandes anchurones.

En estos últimos años el lomo de los Lobos y los barrancos del

Palmito y la Boltada han sido las zonas más productivas de la sierra de Cartagena, siguiéndoles en riqueza el barranco Mendoza, cuyo filón principal se viene explotando hace medio siglo.

Dos ilustres ingenieros franceses, Fournet y Massart, publicaron hace tiempo sus observaciones, muy dignas de atención, relativas á la formación de los criaderos de Cartagena, y siquiera sea de una manera sucinta, trasladaremos sus principales ideas.

Opina Fournet que se formaron los filones metalíferos con posterioridad á las traquitas, pues atraviesan á éstas en Mazarrón, así como en el monte Rajado, cerca de Alumbres al E. de Cartagena. Varían sus direcciones del NO., al N., al NE. y al E., con diversas inclinaciones ó ninguna, y estos diversos arrumbamientos se explican suponiendo que una faja longitudinal de terreno, con tendencias á afectar la forma de una bóveda cuya cuerda representara el eje de sublevación, se desbaratase por sus dobelas, cuyas caras de junta estuviesen dispuestas en sentido perpendicular. Así se comprende la gran acumulación de filones colocados al pie occidental de Sancti-Spíritu, donde se hallan las enormes masas de los valles transversales de Avenque, Roano, los Pedernales y los Cocones de Masa Miguel. En la bahía de Escombreras se tuercen las direcciones, y lo mismo pasa en los Perules de Mazarrón, cuyo filón principal corre de N. á S., mientras que los criaderos inmediatos se desvían al NE.

Otra causa esencial interviene en las diferencias de dirección. Encontrando en su trayecto ascendente la masa de estos filones terrenos sedimentarios muy distintos en su compacidad y en su estratificación, tomaron disposiciones diversas, según que las fracturas fueron lisas ó acompañadas de dislocaciones, resultando filones-grietas ó filones-capas; y en este último caso, estando la materia metalífera sujeta á subdividirse en ramas y en porciones intercaladas entre los estratos, hubieron de surgir venas y bolsadas en todas direcciones.

Independientemente de estos fenómenos generales, los filones manifiestan en sus detalles todas las señales de las violentas acciones que precedieron á su formación. Muchas veces se hallan encima de

las rocas brechoides, grandes placas y trozos de traquitas y de pizarras enlazados por todas partes con la substancia de los filones. Y sea dicho de paso, la presencia de estos fragmentos extraños, unida á la potencia de ciertas masas y á la imperfección de los trabajos, contribuye notablemente á dejarnos dudosos respecto á la verdadera posición de algunos de estos criaderos. Pero también estas partes extrañas excluyen forzosamente la acción sedimentaria que pudiera admitirse en algunos casos, teniendo en cuenta el casi paralelismo de ciertos filones-capas y de las pizarras en que arman.

Lo anteriormente expuesto se refiere á las acciones mecánicas; pero estos filones son también dignos de atención respecto á los fenómenos químicos, y en tal concepto hay que fijarse en las masas que conservaron su primitiva integridad.

Consisten éstas en galenas, blendas, piritas de hierro, de cobre y arsenicales, hierro oxidulado, caliza, barita y cuarzo. Este último presenta todos los intermedios posibles desde la cristalización hialina muy desarrollada hasta la calcedonia, hialita, jaspes verdes, negros y rojos, resinitas amarillas y blancas y porcelanitas. Todas estas materias se hallan revueltas de la manera más confusa en un silicato ferruginoso de aspecto córneo, de color verde más ó menos obscuro, según su capacidad y la mayor ó menor proporción de sílice y de óxidos de hierro; y algunas veces es curioso el conjunto que forman los minerales cuando se diseminan en puntos dispersos, ramajes jaspeados, nódulos y nubes en el silicato ó penetran como dendritas profundas, mientras que las galenas metalizan las superficies de las fisuras de resbalamiento. En los tajos frescos cada una de estas partículas reluce con brillantes reflejos, entre los que resultan el vivo azul de las galenas laminares y el amarillo pálido de las piritas. De todos modos, estas complicaciones interesantes para la teoría, no dominan en el conjunto, y los criaderos se presentan subdivididos en venillas ó nódulos de galena bastante separados.

Son bastante raras las geodas y se hallan en grietecillas irregulares, donde se aisla la dolomía terrosa por vía de segregación. Algunas veces, una grieta está llena de cuarzo hialino, cuyas puntas eri-

zadas están cubiertas por una cutícula piritosa, que también cubre el carbonato complejo. Esta disposición indica claramente el progreso de las licuaciones, pues el cuarzo viscoso no ha debido llegar sino después de la pirita.

El enorme espesor de ciertos filones acumulados alrededor de Sancti-Spiritu, y en los cuales el silicato constituye la masa esencial, nos hacen considerar á ésta como la roca madre de los sulfuros. Estos se asocian á aquél, como en otras partes á los granitos, á los pórfidos y á las serpentinas, ya por íntima difusión, ya por inmediata yustaposición al estado de filón de contacto, ya á consecuencia de relaciones de posición que nos permiten comparar el conjunto de los fenómenos relativos á los filones con los de los hornos donde las escorias, las masas y el metal tienden á separarse más ó menos completamente para escaparse en un momento dado.

Partiendo de tal supuesto, lo mismo habrá sucedido con los criaderos de Cartagena, cuyos filones incompletos, es decir, los que no contienen silicato no son la consecuencia de una causa única, sino inyecciones en que la materia pétrea se quedó atrás por su viscosidad, que no le permitía lanzarse tan lejos ó penetrar por grietas tan estrechas como los sulfuros dotados de una fluidéz casi perfecta. De aquí provienen los filones poco gruesos alejados del centro de acción y que no contienen silicato, y algunos de los cuales se hallan tan llenos de fragmentos pizarreños, que es preciso admitir necesariamente una gran fusión en la masa para que haya podido efectuarse la penetración.

Por análogas consideraciones nos explicaríamos la acumulación de los sulfuros en las ramas estrechas que provienen de los filones que contienen silicatos, y comprenderíamos la imbibición lateral de las rocas que sirven de caja y que indican varios detalles curiosos. Son, en efecto, más ó menos porosas y fáciles de dividir en hojas, de modo que, ayudados por la capilaridad, han podido estos sulfuros metalizarlas profundamente á la manera de las areniscas ó las brascas de ciertos hornos.

Las alteraciones que se notan en los criaderos de Cartagena se

pueden agrupar en dos clases, según que se presenten en las pizarras ó en las traquitas. Aun los sulfuros más compactos son oxidables por los agentes atmosféricos y con mayor razón si se ramifican ó aislan en trozos ó hebras irregulares. De estas reacciones, no solamente han resultado gruesas masas de hierro más ó menos plumbífero, sino ramificaciones en ocasiones de gran espesor. Se componen de tierras metálicas, caolines concrecionados ó en polvo tenue y materiales abigarrados con todos los colores del iris. La capa superficial de estas masas es pobre, á semejanza de lo que sucede generalmente en los crestones, que son casi estériles y como agotados por las influencias atmosféricas, siendo preciso bajar algunos metros para encontrar los puntos productivos que contienen carbonatos y sulfatos de plomo, mezclados con óxidos de hierro, hidro-silicatos de alúmina, algunas calaminas, venas cobrizas é impresiones manganesíferas. Allí se encuentran cristales de aragonito, de sulfo-tricarbonato de plomo y otras curiosidades mineralógicas; y en medio de estas inmensas ramificaciones, á veces confundidas con ellas, surgen de distancia en distancia los pardos crestones de las masas oxidadas y los diques de hematites de los filones propiamente dichos. Además los vitriolos, motores intermedios enérgicos, atacaron no solo las piritas, sino también el silicato que desaparece en la confusión general. Y los mineros de todas épocas, cartagineses, romanos, árabes y españoles han formado con estas masas enormes terreros que los rebuscadores remueven sin cesar, contribuyendo á aumentar el desorden.

Mas por muy intensa que haya sido esta alteración ha debido detenerse en ciertos límites determinados por el grado de permeabilidad del terreno; de donde se sigue que á ciertas profundidades se encuentran filones intactos. Las indagaciones hechas con este objeto, permiten deducir aproximadamente que estos fenómenos atmosféricos no han penetrado más que de 30 á 40 metros de profundidad.

Por las observaciones hechas en Marruecos, Argelia, Toscana y otros países, podemos deducir que en todas las comarcas que rodean el Mediterráneo existe un sistema de criaderos metalíferos de época

muy reciente y en relación con las rocas hipogénicas más modernas, casi todas posteriores al mioceno.

Explica Massart la formación del hierro silicatado del modo siguiente: si en una disolución convenientemente concentrada de sulfato ferroso ácido, se deja reposar por largo tiempo un trocito de pizarra suficientemente porosa, se precipita silicato ferroso y entrará en la disolución algo de sulfato de alúmina. Si con estos fenómenos que han podido acontecer en la naturaleza, relacionamos los fenómenos ocurridos en el levantamiento de las masas, se comprenderá cómo pudo tener un origen químico la capa silicatada, y ser debidos los criaderos actuales á la acción corrosiva de los manantiales ferrosos sobre las pizarras donde arman. Desde luego puede repararse en comprobación de esto mismo, que ese mineral, en el contacto de las pizarras, afecta una estructura hojosa análoga á la de la roca. Los líquidos que subieron disueltos conteniendo sulfatos de zinc y de hierro, y circularon en las grietas de las pizarras, si estuvieron sometidos á la acción reductora de materias orgánicas, se descompusieron, originando la precipitación de esos metales al estado de sulfuros. Examinando las posiciones geométricas de los criaderos, la presencia y la disposición de los cristales de blenda y de pirita que contienen, la forma y la naturaleza de las numerosas geodas que se encuentran, se adquiere el convencimiento de que esta formación debió ser obra de una cristalización acuosa por filtraciones procedentes del exterior.

Además, los líquidos ferrosos en contacto con las calizas han dado origen á las formaciones carbonatadas y las disoluciones que contienen hierro en estado férrico, produjeron depósitos hidroxidados. Del cambio mutuo de los elementos, que por una parte pertenecen á la roca y por otra á las disoluciones salinas, resultaron cantidades importantes de sulfato de cal arrastrado en disolución á las fallas, á las grietas ó á las depresiones cavernosas de la caliza, donde se precipitaron, formando bolsadas irregulares. Los espacios huecos donde se efectuaron todas las reacciones expresadas, se han formado en numerosos parajes, en general entre las calizas y las pizarras, y las

sales disueltas que por ellos circularon, corroyeron la caliza ó se detuvieron en sus numerosas grietas. Así es como se explican las ramificaciones ferruginosas que se encuentran tan á menudo en la base de las calizas.

Los criaderos de calamina resultaron de la alteración de los manantiales que contenian la blenda por la reacción del carbonato de cal, y las formas irregulares de sus bolsadas vienen en apoyo de esta suposición.

El carbonato de plomo, ya terroso, ya en cristalillos prismáticos entrelazados, generalmente mezclado con cloruro, con fosfato y aun con sulfuro del mismo metal, está diseminado en las masas ferruginosas expuestas directamente á la acción de los agentes atmosféricos; y claro es que debieron producirse en aquellos sitios, donde las aguas cargadas de ácido carbónico pudieron penetrar y permanecer algún tiempo.

Otros criaderos plomizos.—Rápidamente vamos á enumerar otros criaderos plomizos de menor importancia que los anteriores.

Al N. de Valdemierque (Salamanca) arma en el gneis, pasando también á las pizarras paleozóicas que se le sobreponen, un filón casi vertical, de cuarzo con galena diseminada, antimonio y plomo verde.

En Gargantilla, Garganta, Pinilla de Buitrago, Pinilla del Valle, Lozoyuela y Cuadrón, extremo N. de la provincia de Madrid, hay un grupo de filones de compleja composición, teniendo la galena como uno de sus principales elementos, acompañada de carbonatos y piritas de cobre. Así es el filón cuarzo-ferruginoso de la mina *Chilena* del Cuadrón que inclina 50° NE., y los de cuarzo con pirita de hierro del puerto del Cardoso. Todos ellos se relacionan con los argentíferos, allí inmediatos, ya reseñados.

Galena argentífera con seis onzas de plata por quintal, hay en muchos filones de la mancha de Azuaga (Badajoz), y entre ellos citaremos el de la mina *Pompeyo*, á 400 metros al N. de Fuente Ovejuna, que tiene poco más de 10 centímetros de espesor, y presenta como gangas, la barita cristalizada, el espato fluor y el espato calizo; y otros parecidos, inclinados 30° O.NO., existen en el gneis de Berlanga y Hornachos.

Arman en el gneis de Navalvillar (Córdoba) dos sistemas de filones: unos inclinados 60° E. y otros 70° S., y cuya galena, poco argentífera, se mezcla con pirita de hierro, barita y carbonato de cal.

Entre el contacto del granito y las filitas de la derecha del río Caliente, cerca de La Nava (Huelva), se encuentran venillas de galena acompañada de blenda y carbonato de hierro, que no parecen de importancia, como tampoco otros criaderos análogos del término de Galaroza, ni las vetas y riñones que hay en las calizas cristalinas interestratificadas en las pizarras talco-sericíticas de las Urraleras de Fuenteheridos, en cuya galena argentífera se halla muy desigualmente repartida la plata. Pequeñas masas lenticulares de galena antimonial argentífera, de poco provecho, se hallan en las arcillas ferruginosas y vetillas de cuarzo de las pizarras talco-sericíticas de la sierra de los Azores, término de Aracena. Galena antimonial argentífera en pequeñas masas y venas discontinuas, pero de escaso resultado industrial, existen entre las talquitas de las sierras del Estrevegil y Marina de la misma provincia.

Entre los criaderos plomizos que hay en este sistema en la provincia de Granada, citaremos el de la mina *San Faustino*, sita en el nacimiento del Guarnón, inmediata á las vertientes del Corral de Veleta, y consiste en una capa-filón de óxido de hierro con granos de galena argentífera, pirita de cobre, malaquita, cristales de hierro espático, á veces teñidos de pirolusita. El mismo criadero se prolonga á la derecha del barranco, junto á su confluencia con el del Real, donde existen varios labrados antiguos llamados las *minillas de Lanchar*, repetidas veces reconquistados y abandonados. Otros criaderos imperfectamente reconocidos y explorados hay en las sierras Almijara, Baza, Gor, Alfacar y Huétor de Santillán.

En varios criaderos de hematites de la provincia de Almería se observa una tendencia marcada á presentarse en profundidad la galena, hecho comprobado en varias minas del Pilar de Jarabia, en algunos sitios de sierras Alhamilla, Cabrera y de los Filabres. En el Pozo Cepero de Mojacar se relacionan los criaderos plomizos con rocas diabásicas que destrozaron y alteraron en extremo las pizarras

en que arman; atraviesan las talquitas, tocando á las traquitas en Voldenares y en la Rambla de la Sepultura, cerca de Carboneras. Varias vetas de galena dirigidas N. á S., se encontraron entre las pizarras obscuras de la Cerrá de la Fuente Nueva, por la parte de Alfaro, en torno de Culataivi y otros sitios de sierra Albamilla, prolongándose los mismos criaderos entre las calizas triásicas. Otros de secundario interés se exploraron hace algún tiempo en la Solana del Río del término de Almocita, en la sierra de la Cuquina del de Albox y en el cerro de los Canalizos del de Partaloa, algunos de los cuales tal vez están incluidos en las calizas triásicas más bien que en el estrato cristalino.

En el Pinar de Bedar, á media legua SE. del pueblo, hay trabajos de mina de bastante consideración hechos en época desconocida, y en los escombros y paredes de las excavaciones se descubren granos de galena, manchas de malaquita azul, óxido rojo de hierro y una sal blanca que está compuesta, según Pellico y Maestre, de carbonatos de plomo, cobre, cal y magnesia con gran cantidad de sílice, constituyendo una verdadera combinación, pues el mineral se presenta cristalizado en agujas sedosas y formando radios á la manera de las zeolitas y de ciertos asbestos. Suele también tener un color agrisado y envuelve la galena en forma pulverulenta ó en penachos. Esas excavaciones, que los naturales del país llaman la *mina grande* y de la que refieren mil patrañas, consisten en un pozo de 20 metros de profundidad, varios anchurones y otras labores abandonadas.

Al O. del mismo Bedar hay criaderos en los cuales no es de admirar la riqueza ni la potencia, sino el esfuerzo empleado en beneficiar un mineral pobre y caprichosamente diseminado en la caliza dolomítica sacaroidea del aspecto de una arenisca, teniendo que utilizarlo por medio de labores subterráneas y luchando con otros obstáculos. La Naturaleza ha hecho aquí poco, la industria mucho: caso tanto más notable en esta parte de la provincia, donde la costumbre de ver y explotar criaderos de primer orden por sus dimensiones y riqueza, podría hacer creer que sólo merecen atención estos depósitos. La diseminación de los granos de galena no se acomoda á ninguna re-

filones; y los principales, fuertemente inclinados al O.SO., se reconocen en superficie por grandes surcos ó depresiones marcados por una materia ferruginosa. Existen más de 20 por las lomas de San Juan y del Lanchar, barrancos de Valdeinfierno y Guarnón, variando sus espesores entre 0,40 y 2,25 metros, y siendo su composición tan compleja, que entran en diversas proporciones los siguientes minerales: hierro carbonatado rojo obscuro ó amarillento y también en grupos romboédricos, hematites, oligisto micáceo, pirita de hierro, pirita arsenical muy argentífera, antimonio rojo ú oxi-sulfurado, estibina en agujas, galena argentífera, pirita de cobre, azurita, malaquita, plata agria, güejarita, etc. En la mina *Trueno*, á orillas del Genil, se observó que en profundidad el mineral se hace más compacto y de más ley en plata, la cual llega por término medio á 600 gramos por tonelada en los minerales de Güejar-Sierra; pero en los inmediatos términos de Aldeire, Lanteira y Baza, es próximamente el doble.

Dos especies mineralógicas encontradas en estos criaderos merecen citarse. La primera es la *Güejarita*, designada así por el señor Cummenge [1] para un ejemplar tipo de Güéjar. Es el sulfo-antimoniuro de cobre rómbico ($Cu_2 S, 2Sb_2 2S_3$), comunmente llamado cobre gris. Algunos ejemplares están constituídos por dos cristales unidos por sus macro-pinacóides, conservándose paralelas las demás formas y los ejes; y en la mina *Nena*, término de Capileira, por la falda S. de la sierra, se encontraron largos y anchos prismas tabulares asociados á otros cristales de siderosa. La *wolfsbergita* ($Cu_2 S, Sb_2 S_3$) es otro sulfo-antimoniuro de cobre también rómbico, igualmente llamado por los mineros cobre gris, y cuyos cristales son más prismáticos y menos tabulares que los de la güejarita. Es de color gris de hierro y se ofrece frecuentemente en masa.

En el término de Jerez hay otros tres sistemas de filones que entre las menas ya citadas contienen cobre negro sulfurado, pero son menos argentíferas y apenas antimoniales. Uno de sus principales

(1) *Bull. Soc. géol.* France, 2.ª sér., tomo II, pág. 204.

grupos es el de la *Jerezana*, que cuenta ocho filones, que nombrados de L. á S., son: Buen Hijo, Zuzón, Santa Ana, San Antonio, San José, Juan el Bueno, Corona y Bretanea. Estos últimos buzan al E. 25° N., y son argentíferos y antimoniales; los demás inclinan al E. 10° S., y son más ricos en cobre, siendo el Santa Ana el mejor conocido, con un espesor de 80 centímetros, una riqueza media de 11 por 100 de cobre, observándose que al N. aumenta esta ley y al S. disminuye, haciéndose más argentífero. La sociedad *Campo de Marte*, en término de Lanteira, tiene dos filones, Cecilia y Eugenio, con buzamiento occidental, sin ser paralelos, ambos ricos en plata, el primero, con piritas y cobres grises; el segundo, con piritas y antimonio sulfurado.

De los filones de Aldeire, sólo merece mención el de la mina *Luisa*, que tiene 60 centímetros de grueso, buza al S. y se compone de pirita de cobre, cobre gris, con 20 por 100 de plomo, gran cantidad de antimonio y 1200 gramos de plata en tonelada.

Otros criaderos cobrizos.—Entre las pizarras micáceas de San Pedro de Osor (Gerona) hay filones y vetillas, casi verticales, de cuarzo con calcosina ó cobre vítreo, óxido negro de cobre y otros minerales del mismo género, yacimientos, hasta la fecha, de escaso interés. Tampoco es mayor el que tienen algunos filones de cuarzo estannífero con calcopirita de San Roman, Carbajosa y Villadepera (Zamora), el de El Soto de Cerezo de Arriba (Segovia), el que corta las micacitas de Villanueva del Rey (Córdoba), alineado al NO., con medio metro de espesor en algunos sitios.

En la mina *Estrella* de Lozoyuela un filón inclinado 30° SE., se compone de cuarzo ferruginoso con carbonato y piritas de cobre y de hierro de 0,25 de potencia; otro idéntico, inclinado 65° N., se halla en la *Gran Suerte* de Garganta y la *Gran Verdadera*, y el cual buza al NO. con un metro de espesor, aunque casi todo es cuarzo; entre Garganta y Pinilla del Valle una masa de gneis está cuajada de cristales de pirita de hierro con algunas pintas cobrizas; y al otro lado de la sierra, en el cerro de la Escoria y otros puntos del término de Otero de los Herreros, varios filones de cuarzo se alinean

de N. á S., escasamente metalizados por pirita, carbonatos y óxidos de cobre, á los que acompañan óxidos de hierro y trazas de minerales de níquel. En la mina cobriza *San Miguel*, de Bustarviejo, se han hecho trabajos en estos últimos años, no por el cobre, sino para explotar el mispiquel y obtener el arsénico.

Apenas merecen mención los pocos criaderos cobrizos del estrato-cristalino de la provincia de Huelva. Entre las pizarras talco-sericíticas de la loma de las Mesas, al N. de Las Chinas, término de Galaroza, asoman crestones ferruginosos relacionados con vetillas aisladas y entrecruzadas de pirita ferro-cobriza acompañada de óxidos, carbonatos y sulfuros de cobre, casi exentas de gangas pétreas, pero de escaso provecho, y análogo es el de la mina *San Juan*, de Paimogo.

En el término del Castillo de las Guardas existen varias masas de pirita ferro-cobriza, intercaladas entre las capas alineadas al NO. con salvandas blanquecinas ricas en magnesia. El término medio de su riqueza oscila entre 2 y 6 por 100 de cobre, si bien hay zonas que llegan al 40. Una de sus minas principales es la *Admirable*, que con las *Maria* y otras, forma un grupo inmediato á las diabasas. En la *Atrevida*, situada á un kilómetro al S. de las anteriores, el terreno está muy descompuesto, abunda la sílice con manchas piritosas y sulfuradas, y se halla próximo el granito de Valdeflores. Dos criaderos idénticos á los de las primeras, en contacto con las diabasas, hay en la *Golondrina*, sita á tres kilómetros al E. del Castillo de las Guardas sobre la derecha del Guadiamar, é inmediata á ella se encuentra la *Francisco* en el cerro de los Bermejables.

Dos ó tres filoncillos de escasa y variable potencia cortan las micacitas á un kilómetro al N. de Peñaflor; inclinan al O. 20° N., y contienen philipsita, calcopirita y otros minerales cobrizos, con una ley del 10 al 12 por 100; y 5 kilómetros más al N. asoma otro filón paralelo, algo más potente, el de la mina *Almenara*, en que se hicieron trabajos de importancia.

Entre las cuarcitas de la sierra de Almagro, al SE. de Huércal-Overa, se explotó en algún tiempo un filón de cuarzo con pirita de

cobre y carbonatos en pequeñas cantidades; y en las calizas del cerro Minado, del mismo término, hay señales de otras explotaciones de análoga composición. A la azurita y la malaquita acompañan flores de cobalto.

Como curiosidad mineralógica recordaremos que el cobre nativo en filamentos delicados se encontró en varios filones de sierra Almagrera, en la mina *Providencia*, de Morata, y en algunas de Cartagena.

Desde el monte de la Galera, próximo á Pormán, hasta el de la Rajita, cerca de Escombreras, y continuando por la costa hasta el puerto de Cartagena, los minerales cobrizos se ofrecen en venillas y pequeñas bolsadas, acompañados á veces de calamina, y como substancias accidentales de los criaderos plumbo-argentíferos. Los más importantes se presentaron en las pizarras agrisadas ó negruzcas, alternantes con calizas pizarreñas de las Umbrías de Carreteros, donde se mezclaban con la galena y el hierro hidroxidado, el cobre gris, la pirita y los carbonatos. Inclinaban estos criaderos de 50 á 80° N., con espesores variables entre 28 centímetros y un metro, pero esterilizaban á poca profundidad.

En las vertientes del cabezo de Roldán á la rambla del Portus, cuesta del Cedacero y otros sitios inmediatos á Cartagena, se encontraron manchas de carbonatos sin valor industrial, ya en venillas cuarzo-ferruginosas, ya en las caras de junta de las pizarras en que arman; é igualmente carecen de interés los carbonatos que impregnan otros minerales ó las pizarras en Mazarrón, el barranco del Pozo del término de Aguilas y de la loma de Bas, donde están cristalizadas, en masas fibroso-radiadas, las vetillas de cobre gris y piritas de las Moreras y las Balsicas de Mazarrón, etc.

MINERALES DE HIERRO.

Criaderos de Cartagena y Mazarrón.—Hasta hace unos treinta años los óxidos de hierro eran mirados como substancias inútiles, exceptuando aquellos en que se sospechaba la presencia de la plata; pero en estos últimos tiempos, en cuanto adquirieron el valor que

merecían, aquéllos minerales se han exportado á Inglaterra en cantidades inmensas. Generalmente se presentan en grandes masas aisladas, destacadas en diferentes crestones por varios puntos de la sierra; pero también se encuentran en mantos regulares y en filones entre los filadios y las calizas superiores del Engarbo y del cabo de Palos.

Los minerales de hierro del cerro Negro del Portichuelo, en Mazarrón, se agrupan en masas aisladas idénticas á los cerros Santi-Spiritu y los Cucones, de Cartagena, y en la cumbre de San Cristóbal, sobre aquel pueblo, se reunen en una red.

Excelentes criaderos de hierro hay en las lomas de Igre, Parazuelos, Punta del Calnegre y Barranco de Benito Flores, en el lomo de Bas. La mayor parte son masas irregulares que rellenan las oquedades de las calizas (estrato-cristalinas? triásicas?), á veces en contacto con el terciario; pero en la antigua mina *Carmelita* ó *Rica*, sita en el extremo S. del lomo de Bas, cruzan las pizarras muy cerca de las rocas hipogénicas. Allí hay dos filones principales, fuertemente inclinados al N. 20° O., derivándose de uno de ellos tres ramales, y á veces aquellos se aproximan hasta menos de un metro de distancia. Varían mucho en su composición, pues con las hematites se asocian los hierros argentíferos, carbonatos de cobre, plata antimonial, cloruro de plata y una arcilla ferruginosa, alguno de cuyos ejemplares llegó á dar hasta 90 onzas de plata por quintal castellano.

Entre la roca hipogénica de esa mina y el Pozo del Agua hay una zona, rica en plata, que á los 35 metros de profundidad presentó curiosos cambios: las pizarras de su caja se transforman en arcillas revueltas con trozos de mineral muy poco consistentes; los hierros espáticos sustituyeron á los hidróxidos; la pirita de cobre á los carbonatos, y á la vez que dichos filones adquirieron mayor espesor, disminuyó el tanto por 100 de su riqueza. A otros 15 metros más de profundidad, se restablecieron varias de las condiciones de los afloramientos.

En 1889 se descubrió en la mina *Suerte*, sita en el barranco de los Cazadores, otro importante criadero de hematites manganesífera del que se calculaba sacar más de 60000 toneladas anuales. Las ma-

yores cantidades de minerales de hierro explotados en la sierra de Cartagena en estos últimos años han salido de las minas *Humo*, del cabezo de Sancti-Spiritu; *Victoria*, de la Crisoleja, las del barranco Francés y del Rincón de San Ginés. En cambio, disminuyó mucho la explotación de las *Vulcano* y *Santa Justina*, del término de Mazarrón.

Criaderos de Morata.—En la sierra de la Almenara, del término de Lorca, principalmente por las vertientes del S., hay otros criaderos de hierro que han adquirido mucha importancia en estos últimos años, y que arman entre las pizarras y las calizas clasificadas de estrato-cristalinas. Uno de los principales mantos es el de la mina *Vulcano*, que alcanza 50 metros de espesor en algunos puntos, y se prolonga con dirección NO. á SE. á las minas *Fe* y *Bermeja*. Criaderos parecidos se extienden entre el cabezo Lardines y la rambla de Morata, observándose que la inclinación de los bancos desciende de la vertical á la horizontal á medida que se baja de las cumbres á los llanos. El buzamiento es septentrional únicamente en las vertientes del N. de la sierra por donde está situada la mina *Famosa*, cuyos afloramientos se prolongan á las nombradas *Veintitrés*, *Bomba*, *Colorado* y *Nueva Bilbao*.

Otros afloramientos de la *Bomba* constituyen el manto explotado en las *Escorpión*, *Siete*, *Veintiuna*, *Cinco*, *Una* y otras colindantes, y se señala un tercero en el cabezo de la Lisca por las *Platera*, *Veintiséis* y otras, alcanzando en total una longitud de 7 kilómetros. Según el Sr. Villasante, no baja de siete y medio millones de toneladas la cantidad de mineral de estos criaderos.

Criaderos de Almería.—Numerosos criaderos de minerales de hierro de excelente calidad y casi siempre más ó menos manganesíferos, existen en las sierras Alhamilla, Cabrera, de los Filabres y otras de la provincia de Almería. Encajan principalmente en la zona de contacto de las rocas estrato-cristalinas y de las calizas triásicas, afectando más á éstas que á aquéllas, y observándose que las hematites roja y parda están acompañadas del oligisto micáceo cuando se incluyen en el trías, al paso que las del arcáico son compactas, te-

rrosas, algo silíceas y mucho menos abundantes, como puede observarse por ambas vertientes del cerro Culataivi, punto culminante de la Alhamilla.

Una faja ferruginosa interestratificada en las pizarras y en contacto con las calizas, inclinada al E. 30° S., se extiende desde la derecha del río Alias ó rambla de Lucainena; pasa á las minas *Carolina* y *Guillermo* del paraje nombrado los Loberos; continúa en las *Chavarita* y *Cadima*, del barranco de la Serrata, á las *Jaquel* y *Algualid*, por la Cueva del Pájaro, y se descubre de nuevo en *Vulcano*, *Ferreila* y *Atalaya*, de Garrucha [1].

En las cañadas de la Serena, al NO. de Bedar, se intercalan entre las cuarcitas y pizarras cenicientas gruesos mantos de hematites manganesífera mezclados con oligisto y carbonato, algunos de los cuales llegaron hasta 12 metros de grueso. En las minas *Pobreza* y *Unión de Tres Amigos*, sitas sobre la rambla de Bedar, se alinea paralelo á la cumbre uno de los mantos, varios de los cuales atraviesan las pizarras del barranco Serválico con variables inclinaciones al ESE.

Mantos de hierro micáceo y hematites parda de algún interés encierra la caliza marmórea de Macael; subordinadas á las diabasas y al estrato-cristalino hay varias masas ferruginosas de secundario interés, y de mayor importancia parecen los criaderos explotados desde 1861 en las colinas de Jarabia y el cabezo de Nueve Fanegas, término de Pulpí, distantes dos kilómetros del embarcadero de Terreros, así como en la cuesta del Capitán, junto al camino de Aguilas.

También son manganesíferas y de algún interés las hematites de las minas *Santa Matilde* y otras, sitas al pie del cabezo de las Herrerías, sobre la izquierda del río Almanzora, término de Cuevas de Vera.

Otros yacimientos de hierro.—Como curiosidades mineralógicas recordaremos los cristales de oligisto de ciertos filones de Hiendela-

(1) Pié: *Sobre los criaderos de hierro y de plomo del Levante de España*, pág. 21.

encina, las bolsadas y vetillas de magnetita y hematites envueltas en el gneis del Escorial, Robledohondo, Navalagamella, Hoyo de Manzanares y otros sitios del Guadarrama, las bellas agrupaciones de cristales de hierro espático asociados á minerales de plomo, plata y cobre en Sierra Almagrera, Sierra Nevada, etc.

En la Solana de Cobdar (Granada), la magnetita se mezcla con la hematites en un filón notable de tres metros de espesor, dirigido de N. á S., que corta las talquitas y pizarras micáceas y es cruzado por vetillas de cuarzo. Hematites manganesíferas pardas forman masas importantes en las calizas del cerro del Alquife, del Marquesado de Cenet, y hay otras análogas en las cercanías de Carataunas y Busquitar.

El importante y conocido yacimiento de Marbella es una masa lenticular, alineada de E. á O., encajada en el horizonte de las anfibolitas ó parte superior de estrato-cristalino. Es una magnetita granuda, negra, á veces irisada, que en sitios contiene cristales de caras curvas, algunos de 15 milímetros, con frecuencia envueltos en una costra verdosa de serpentina. Se asocian á la magnetita el hierro espático, la limonita, la pirita de hierro en cristales, pirrotita, clorita y fasaita de color verde espárrago, cimentados todos por clorita blanca espática.

OTROS MINERALES.

Cuarzo.—En todos los tramos del sistema abundan tanto ó más que en el hipogénico los filones de cuarzo, ya intercalados entre los estratos, ya cortando á éstos con variables espesores y direcciones, distinguiéndose de los que se hallan en el cambriano por la mucha clorita que los impregna. El cuarzo que atraviesa las capas de gneis es constantemente blanco y amorfo, y sólo cuando está en venas delgadas encierra cristales hialinos; el de las micacitas suele más bien intercalarse entre las capas, acomodándose á todas las ondulaciones de éstas.

Entre los ejemplos más curiosos de las distintas variedades de cuarzo, citaremos los amarillos ó topacios falsos, que también en el gneis se presentan en Hinojosa, El Milano y Valdemierque (Salamanca); el enorme filón de 10 metros de grueso que en más de un kilómetro de largo, corta las vetas estanníferas al N. de Pereruela (Zamora); la variedad cristalina y pulverulenta, bastante pura y de textura esponjosa, que alterna en lechos entre las arcillas y los óxidos de hierro de algunos puntos de la sierra de Cartagena; el jaspe negro de varios parajes del N. de la provincia de Sevilla, rico en magnetita é intercalado en la parte media del sistema; las vetillas de resinita que hay en el gneis de El Arco (Salamanca); la calcedonia asociada á otras gangas del filón de la mina *San Miguel* de Hiendelaeneina, etc.

Los nódulos, riñones y lechos cuarzosos cortan en varios sitios las rocas estrato-cristalinas de la cordillera Penibética, con espesores que oscilan entre uno y diez centímetros. Según los Sres. Barrois y Offret [1], al cuarzo se asocian la ortosa con plagioclasa, tal vez albita, andalucita, cloritoide, penina, mica blanca, esfena, hierro oxidulado y titanado, turmalina, rutilo, dolomía y siderosa; pero no todos reunidos en todos los yacimientos. Los filones ricos en andalucita y mica atraviesan las micacitas; los que abundan en feldespato, cloritoide, clorita y diversos carbonatos, se presentan siempre en las pizarras satinadas ó con cloritoide. Estos filones cuarzosos son considerados por el Sr. Levy como terminaciones de los granuliticos.

«La asociación de la andalucita ó del cloritoide, dicen más adelante esos señores, á minerales fluoratados, boratados y titanados y la abundancia de inclusiones líquidas en el cuarzo de los criaderos, refiere la formación de los mismos á fenómenos de emanación; así como la relación entre los minerales de los filones y los de las rocas de sus cajas prueban que los hastiales no desempeñaron un papel puramente pasivo en la constitución de aquéllos. De donde se deduce que los elementos volátiles de los filoncillos de Sierra Nevada, pene-

(1) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo XVII, pág. 281.

traron bajo presiones fuertes en las rocas, activando las reacciones químicas y favoreciendo los movimientos moleculares, por lo cual pudieron cristalizar al mismo tiempo diversos silicatos, cuya composición inicial depende de la roca atravesada.»

Baritina.—Amorfa ó cristalizada, blanca ó rosada, es una de las gangas de los filones argentíferos de Hiendelaencina, sierra Almagrera, Cartagena, etc., según ya se dijo anteriormente.

Anhidrita.—Alineado de N. á S. con un espesor de dos á tres metros y una longitud de 100, entre la caliza de la sierra de los Angeles, término de Alajar, hay un banco de anhidrita cristalina, blanco-azulada con manchas verdosas.

Apatita.—En prismas exagonales alargados, de color verdoso se asocia á otros minerales en los filones de cuarzo estannífero de Pereruela y San Román (Zamora).

Espato fluor.—En cristales blancos y violados en varios filones argentíferos de Hiendelaencina, Fuente Ovejuna, etc. En la mina *Tirolesa* de Robledo (Guadalajara), constituye la casi totalidad del filón plumbo-argentífero.

Mispickel.—Filones insignificantes de pirita arsenical, acompañada de markasita, arman en la caliza cristalina de la Coma del Clot y de Vaca, cerca de Nuria (Gerona); prismas largos, acanalados y biselados se mezclan íntimamente con la mica y la casiterita en ciertos filones cuarzosos de Zamora, y se halla también en Aldeadávila de Ribera, Corporario y Marueco (Avila), etc.

Blenda.—Pocas veces pura y comunmente unida á la galena abunda en la sierra de Cartagena. Por tránsitos insensibles de composición se pasa allí del plomo con blenda á la blenda con plomo ó blenda plomiza, de ésta á la piritosa y de esta última á la pirita de hierro, generalmente cavernosa. Las cavernas ó *huecas* de esta última substancia anuncian con fijeza la esterilidad del criadero, y así como los mantos de blenda y de galena son de textura unida y compacta no permitiendo la intrusión de agua en su masa, los lechos de pirita alojan ese fluido en sus oquedades, aunque en pequeña cantidad.

Calamina.—Las calizas dolomíticas blancas y azuladas de la sie-

rra Almijara encierran algunos mantos de calamina, como el que existe en el cerro de Bernardino, término de Otivar, que tiene 35 centímetros de espesor con buzamiento á P., siendo su riqueza de 48 por 100. Otros mantos análogos hay entre los filadios de Motril.

En el contacto de las calizas metamórficas con los filadios y pizarras arcillosas inferiores de la sierra de Cartagena, acompañado de hidróxidos de hierro se presenta el carbonato de zinc en capas discontinuas ó en bolsadas, separadas de aquéllas que forman el techo por una especie de brecha llamada *fusa* en el país, formada de trozos de caliza y de arcilla impregnados de pirolusita. A veces esta última está sustituida por una mezcla pulverulenta de caliza y calamina. La pizarra que forma el yacente de estos criaderos es la llamada en el país *laja azul* ó *laja para plomo*, y la brecha que constituye su pendiente suele tener de seis á ocho metros de espesor. En muchos sitios el carbonato de zinc se presentó mezclado con el de plomo en proporciones muy variables; pero con más frecuencia rellena aquél las cavidades y grietas que existen en la masa de los óxidos de hierro, siendo consideradas como menas de zinc cuando contienen del 26 por 100 de este metal crudo.

Pirolusita.—Se encuentra asociada á los criaderos plomizos de la sierra de Cartagena y más aún á la calamina, impregnando la brecha llamada *fusa*, antes mencionada.

Cobalto arseniatado.—Las flores de cobalto se asocian á los carbonatos de cobre en el cerro Minado de Huércal Overa.

La variedad acicular radiada se halló asociada á minerales de cobre en la mina *Decisiva* de Lanjarón.

Cinabrio.—En la zona N. de Sierra Nevada, los filones ferríferos con algo de cinabrio arman generalmente en las micacitas; pero también se ha descubierto este mineral en la caliza de Ferreira. En la del S. los yacimientos ferrífero-mercuriales son más numerosos en las calizas que en las pizarras, habiendo algunas veces sulfuros y carbonatos de cobre entre sus gangas. Cuando el cinabrio impregna las gredas ó arcillas que rellenan los filones, los criaderos son pobres; si se presenta en granos ó riñones tiene mayor ley, y cuando acom-

paña á los filones ferruginosos de las calizas resulta más metalizado.

Hace muchos años que el cinabrio se conocía en las Alpujarras, término de Albuñol, así como en los de Dolar y la Calahorra. En Albuñol impregna en cantidad exigua las gredas ferruginosas que rellenan las grietas y oquedades de las calizas; pero la pobreza de sus criaderos hizo que se abandonasen sus concesiones. Desde 1873 se fueron descubriendo nuevos yacimientos en Aldeire, Ferreira, Huéneja y otras localidades del Marquesado del Cenet; en una zona que mide ocho kilómetros de largo por uno de ancho. La riqueza media varía del 1 al 2 por 100, siendo de más ley las arcillas azules ó amarillas que las rojizas en que se presenta, aparte de que rara es la caliza teñida por los óxidos de hierro en la región alpujarreña que no tenga algo de mercurio. Las minas *San José* y *Tovías*, del término de Cástaras, motivaron la construcción de dos hornos Bustamante. En Notaez el cinabrio se mezcla con el carbonato de cobre, y en Pitres está cristalizado y unido á la galena.

Aunque nunca tuvieron mucha importancia, desde hace más de cincuenta años son conocidos los criaderos de cinabrio de Bayarque y Tijola, reducidos á pintas y granillos de textura hojosa en el cuarzo, en las talquitas y en las calizas subordinadas á éstas. Unas veces por el yaciente y otras por el pendiente á esas talquitas pobremente impregnadas de sulfuro de mercurio acompañan unas pizarras arcillosas negras enteramente estériles.

A tres kilómetros al N. del castillo de Terreros, término de Pulpí, existen algunas manchas y venillas de cinabrio de escaso interés industrial, sin que lo tengan mayor otras señales encontradas en Balsicas y sierra de las Moreras de Mazarrón.

Casiterita.—Los criaderos de casiterita del NO. de España encajan con más frecuencia en la zona de contacto del granito y del estrato-cristalino, atravesando indistintamente ambas formaciones, y raro es el filón de cuarzo estannífero que llega á un metro de espesor, pues en general no pasa éste de 27 centímetros, derivándose ramificaciones que no exceden de 10 en número considerable, pero casi siempre desprovistos de interés industrial.

Por el lado de Galicia, aparte de los que arman en el granito, ya reseñados, suele haber filoncillos y vetas en el gneis turmalinífero de Presqueiras, Couso de Avión y Doade, entre el gneis micáceo y cloritico de Montes, á corta distancia de su contacto con el hipogénico; en las micacitas y pizarras de Vilar de Ciervos, á 7 kilómetros al SE. de Monterey, en varias épocas explotados y abandonados.

En la provincia de Zamora, entre Villadepera y Carbajosa, se hallan muy próximos unos de otros los criaderos, como si los que se agrupan en haces fuesen ramas de un tronco único que existiese en profundidad. Sin perjuicio de algunas inflexiones, se alinean al NE., cortando los estratos, ya verticales, ya con variables inclinaciones al SE. en la mayor parte de los casos, y alguno hay dirigido de E. á O. é inclinado al N. En las escarpadísimas laderas del Duero que hay por esa parte, con desniveles hasta de 130 metros, unos cortan el río diagonal y otros normalmente, habiéndose reconocido hasta en longitudes de seis kilómetros.

En la mancha de San Román abundan las vetas de cuarzo estannífero en los términos de Muelas, Villaseco, Almaráz y Pereruela, pero en vez de presentarse en haces, forman redes de mallas apretadas é irregulares á modo de stockwerks, cuya principal dirección es la de NE. á SO., en general con fuertes inclinaciones y espesores ya citados. Al N. de Pereruela les corta un gran filón ó dique de cuarzo dirigido al NO. de un kilómetro de largo y 10 metros de grueso medio, que reaparece en la Dehesa de Judiez, sobre la izquierda del Duero, hasta empotrarse en el granito del lado opuesto.

El cuarzo de los filones estanníferos es, por lo común, lechoso, hialino ó ahumado, con frecuentes geodas cristalinas, que encierran numerosas inclusiones líquidas, á veces visibles á simple vista. Con él se asocian además mica blanca, mispiquel, turmalina, apatita, blenda, galena, óxidos y arseniatos de hierro. La casiterita se presenta en cristales pardo-obscuros, de preferencia en el pendiente de los filones ó implantados en la masa, rodeados y mezclados de mica blanca. Dice La Sagra que es argentífera la de Villadepera, pero no se ha comprobado.

La mayor parte de los criaderos estanníferos de la provincia de Salamanca encajan en las pizarras paleozóicas, mas por excepción, arman en el gneis los de Martinamor, que son menos potentes. En uno de ellos, dirigido al NO., sito en el cerro de La Atalaya, acompañan á la casiterita el wolfram, el carbonato y el óxido de cobre.

Antimonio sulfurado.—Un filón en la micacita de Montejo se trató de explotar sin éxito, y tampoco dió grandes resultados otro de cuarzo con antimonio sulfurado y arsenical y manchas de rejalgar del Puente de las Cabras, término de Cerezo de Arriba, que tiene 50 centímetros de espesor é inclina 30° SO. En las micacitas de Espiel encaja uno, inclinado 55° O.SO., de 0,50 de espesor, en el cual de cinco á seis centímetros son de antimonio sulfurado, y el resto de cuarzo.

En algunos filones cobrizos del Marquesado de Cenet hay sitios en que entra por más del 40 por 100, y se asocia á la galena en varios puntos de las sierras Almagrera y de Cartagena.

Acido de antimonio.—Asociado á los minerales plomizos de la sierra de Cartagena en exiguas proporciones.

Rutilo.—Entre la micacita descompuesta de Horcajuelo, donde los llaman *barretas*, abundan los cristales sueltos y las maclas geniculadas, asociados al cristal de roca, la turmalina, la estaurótida y el jade oriental.

Wolfram.—El tungstato de hierro acompaña á la casiterita en los filones de cuarzo estannífero de las localidades ya citadas de Zamora y Salamanca.

Oro.—Tanto en los filones argentíferos como en los estériles de Alcorlo y Hiendelaencina se descubrieron ligeros indicios de oro, y no son mucho más ricos los de hierro aurífero de Serracín y otros puntos de la provincia de Segovia.

Distena.—En placas hojosas y fibrosa, azul celeste, blanca y amarilla en Berrueco y Montejo.

Cianita.—Notables vetas y cristales aislados en las micacitas de la sierra de la Loba (Galicia), del Cardoso é Iruela (Guadalajara).

Andalucita.—En el gneis del S. de Noya, valle de Villagarcía, al

E. de Goyán, entre Maceda y Montederamo (Galicia), en los filadios chiastolíticos de la ribera de Huelva, entre Aracena y Arroyomolinos, á orillas del Múrtiga, vegas de Hermenegildo y otros puntos del término de Aroche.

Estaurótida.—Entre el gneis de Iruela, Horcajuelo y el Escorial, se presenta en prismas rombales rectos. Junto al puerto de Mijares, término de Casavieja (Avila), abundan otros cristales parecidos en el contacto del gneis y la caliza, habiéndolos confundido con mineral de estaño.

Caolín.—El feldespato del gneis de Rebollosa (Guadalajara), suele transformarse en un polvo muy fino, en que se mezclan bastantes hojuelas de mica negra y algunos granos de cuarzo.

Granate.—Algunos cristales que hay en la caliza arcáica de Somosierra miden cinco centímetros. En las micacitas de Bocígano, Peñalba y Cardoso, principalmente en el sitio nombrado Los Aventadores en cristales rojos, á veces brillantes, pero poco consistentes que llegan á un centímetro. También los hay en el gneis de Palmaces.

Berilo.—En el túnel de la Paradilla corta el gneis un filón de feldespato, muy cargado de pirita que tiene prismas exagonales de berilo, el cual se halla además en Cabanillas y Miraflores. También acompaña á la casiterita en San Miguel de Presqueiras.

Clorita.—Abunda en hojas entrecruzadas en la magnetita de Marbella, de color amarillo verdoso, atravesada por venillas irregulares, verde-azuladas en el centro, y verde azulado con bandas amarillento-rojizas en los bordes.

Esteatita.—Al N. de Somontín y al E. de Lújar, encajan en las pizarras varias masas ó bolsadas de esteatita, que desordenada y abusivamente fueron en parte explotadas por los vecinos de ambos pueblos. Entre los filadios talcosos rojizos que se hallan desde la rambla de Orgiva á la Venta del Aire, hay algunos lechos de esteatita pura; y otros de algún interés han sido repetidas veces explotados y abandonados en las inmediaciones del río Verde, entre Marbella é Istán.

Anfibol.—Agujas de hornablenda abundan en el gneis de Peña Lara, Buitrago, Piñuecar y otros puntos de Somosierra y Guadarrama. La tremolita en agujas grises ó radiadas blancas ó verdosas, existe en la caliza de Somosierra. La tremolita compacta ó jade oriental, blanca, acompaña al gneis y á la micacita de Horcajuelo, Horcajo, Madarcos y Somosierra. Algo de hornablenda tiene el gneis de Hiendelaencina, y asociada al feldespato constituye filones en las micacitas de Bocigano y Peñalba. En el gneis de Mangirón son notables los cristales aciculares de hornablenda.

Piroxena.—La variedad diopsida en cristales exagonales mezclada con anfibol, se halla en el cerro de Piñuecar; la variedad fassaita se asocia á la magnetita de Marbella en cristales que á veces miden siete milímetros de largo, algunos alterados, opacos y quebradizos.

Enstatita.—Se asocia á la magnetita de Marbella y es de color gris verdoso, fibroso-laminar ó radiada, penetrada de clorita. En secciones delgadas aparece incolora, atravesada por dos series de grietas: unas finas, rectas, normales á las fibras; otras gruesas, irregulares, algo flexuosas, que las cortan bajo ángulos de 45°. Las porciones puras no tienen policroismo; pero las que se transforman en clorita y serpentina le tienen de color rosa intenso, cuando las fibras son normales al plano de vibración del polarizador, y gris verdoso muy claro cuando coinciden con él.

Asbesto.—Blanco purísimo, á veces con prismitas de tremolita transparente intercalada entre sus fibras, se halla en las pizarras anfibólicas de Marbella. Existe también con el amianto en las pizarras talcosas de los Calabocinos, aldea del término de Alájar y de otros sitios de Huelva, en el barranco de San Juan y otros parajes de Sierra Nevada.

Humita.—En granos elipsoidales con vagas indicaciones prismáticas abundan en las calizas de Robledo de Chavela y collado de la Felecha, en las que existen en la bajada del puerto de Rebentón á Rascafría, cerca del Carro del Diablo. Tiene como inclusiones pequeñísimos granillos de magnetita y poros gaseosos.

Mica.—La mica blanca es, en general, abundantísima en los filones de cuarzo estannífero de Galicia, Zamora y Salamanca, tapizando sus hastiales, envolviendo la ganga, penetrando en la casiterita, bañando los cristales de cuarzo y rellenando las geodas; y abunda especialmente entre Hiendelaencina y Zarzuela, donde cubre profusamente los nódulos de feldespato, y entre Bocigano y Cardoso.

Turmalina.—En agujas de diversos tamaños, negras, á veces agrupadas en riñones entre el cuarzo de los filones estanníferos de Zamora, á veces abundantísima entre el cuarzo, formando lo que llaman *cisco* los mineros. Según se ha reparado cuanto más turmalinífero es un filón de cuarzo ménos casiterita contiene, y también es frecuente que en un mismo criadero esta última se aisle en los hastiales y la turmalina se concentre en la parte media del filón, ó que una esté en el pendiente y la otra en el yacente. Mas de todos modos, es regla general que los criaderos de estaño se ofrezcan de preferencia en los suelos turmaliníferos, en medio de esa singular repulsión á una mezcla íntima.

Grafito.—En la falda meridional del cerro de Natias, junto al monte de las Minas ó de la Mora, término de Benahavis, se presenta entre la serpentina en masas redondas, nódulos y riñones llamados *habas* por los mineros del país, y también en vetillas irregulares. A veces es muy puro y también suele asociarse muchas veces á otras substancias extrañas. El Ingeniero Alvarez de Linera [1] distinguió ocho clases distintas: la primera, blando, de grano fino y puro; la segunda, puro de bastante dureza; la tercera, en granos rodados; la cuarta, hojoso y con pirita; la quinta, con una cuticula de óxido de níquel, aunque muy rara; la sexta, mezclado con talco; la séptima, mezclado con óxido y carbonato de cobre y con óxido de titano, y la octava en polvo. El citado ingeniero juzgó estos criaderos susceptibles de producir 8000 quintales anuales.

Existen otros yacimientos de grafito de menor importancia que el

(1) *Rev. Min.*, tomo VIII, pág. 709.

anterior en el sitio nombrado Cañuto de Doña Juana, término de Pugerra, en el de Jubrique, en el Castillo del Niscio, junto á la playa de Estepona, en Istán, en las Chapas de Ojén, en las inmediaciones de Coín, en otros parajes del citado término de Benahavis y de Igualeja, y en la sierra de Aguas, cerca de Alora.

Todos estos criaderos se esparcen en una extensión que mide 66 kilómetros de largo por 22 de anchura, ajustados á la faja de serpentina que cruza desde las márgenes del Genal hasta el Guadalorce por una buena parte de las sierras Bermeja, Parda, Chapas, Jarales de Carratraca, la Robla y de Aguas.

Tierra carbonosa.—Aunque señalada como antracita por Prado, es más bien una arcilla muy carbonosa que apenas arde, el yacimiento que existe junto al Horcajo, á la derecha de la carretera de Burgos y junto al puente de la Acebeda.

AGUAS MINERALES

Entre las aguas minerales que brotan en el estrato-cristalino de esta región, merecen citarse en primer término las de Ledesma, situadas á la izquierda del Tormes, en término de la vega de Tirado. Allí hay varios manantiales de idéntica naturaleza, pero sólo se aprovechan los de los Baños y de la Fuente del Médico. El primero es de agua clara transparente, de olor sulfuroso cuando brota caliente (52°), incolora é inodora si está fría, de 1,00033 de densidad. Un litro de agua contiene cerca de 24 centímetros cúbicos de gases (8,23 de ácido sulfhídrico, 4,77 del carbónico y 10,94 del carbónico). En las substancias fijas entran en 100 litros 13,35 gramos de carbonato sódico, 7,60 de silicato sódico, 7,43 de cloruro sódico, 5,94 de substancia orgánica, 4,73 de sílice insoluble, y el resto de sulfatos cálcico, potásico y magnésico, carbonatos cálcico, ferroso y magnésico, cloruros cálcico y magnésico, nitrato y nitrito amónico, fosfato alumínico y litina. La substancia orgánica, baregina, es una mezcla de granos negros (sulfuraria) y blancos (glerina),

que se resuelven en largos filamentos verdosos y se depositan en los conductos y fondo de los estanques recogiéndose de cuatro á cinco litros diarios. Su caudal es de 134 litros por minuto, y están calificadas de sulfurado-sódicas termales en el Anuario oficial.

La Fuente del Médico es de escaso caudal, tiene menos substancias disueltas y menor temperatura que oscila entre 27 y 30°. En la misma formación, cerca de los anteriores manantiales, en término de Carrascal de Olmillos, hay otro purgante de agua salina fría; y en la alquería de Conticuza otro ferruginoso. También en el estrato-cristalino, á medio kilómetro de Béjar, en la Huerta del Pozo hay unas aguas calificadas de ferruginoso-crenatadas todavía por estudiar.

Entre el gneis micáceo y clorítico de Carballo, cubierto por una gruesa capa de tierra vegetal, cuatro manantiales sulfurosos, tres de ellos templados y otro frío, nacen reunidos en el centro del país de Bergantiños; y otra fuente sulfurosa caliente sale á orillas del Miño junto á Lugo, en la zona de contacto del granito y las pizarras antiguas.

A dos y medio kilómetros al NO. de San Agustín (Madrid) brota entre el gneis la fuente de la Sima análoga á la del Molar, por su temperatura (17°) y composición. Sabe á huevos podridos, despide continuamente burbujas de nitrógeno y deja por donde pasa un sarro negro ó blanco según los sitios.

No es el estrato-cristalino un sistema donde suelen encontrarse manantiales de agua salada, pero como hecho excepcional y curioso citaremos la que brota de un alto tajo de micacitas de las estrechas gargantas que encauzan el río de Trevélez, junto á la confluencia del barranco de Poqueira.

ÍNDICE

Páginas.

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO PRIMERO

Rocas hipogénicas antiguas.

ARTÍCULO PRIMERO.—*Generalidades*..... 7
Composición: granito común, gneísico ó fajeado, concéntrico y sienítico, pórfidos cuarzosos y feldespáticos, sienito, dioritas, diabasas, porfiritas diabásicas ó diabasitas, melafiro, serpentinas.. 9
Descomposición del granito..... 23
Origen del granito..... 27
Edad del granito..... 30
Metamorfismo del granito..... 32
ARTÍCULO II.—*Grupo del litoral catalán*..... 35
Enumeración de las manchas: manchas del Tordera, de Caldas de Mombuy y de Arenys de Mar; otros asomos de las provincias de Gerona y Barcelona; manchas de la provincia de Tarragona.... 35
Composición: granito porfídico, granito fino-granudo, pegmatita, pórfidos cuarzosos, ortofiro, pórfido sienítico, sienito, dioritas, diabasa, pórfidos piroxénicos..... 39
ARTÍCULO III.—*Grupo de los Pirineos*..... 47
Enumeración de las manchas: manchas de La Junquera é inmediatas; de Andorra y anexas; de la Maladeta; otras manchas de las provincias de Lérida y Huesca, Guipúzcoa y Navarra..... 48
Composición: granitos común, estratiforme, de grano fino y anfibolífero, pegmatitas, protógino, pórfidos granitoides talcosos y cuarzosos, ortofiro, pórfidos sieníticos, diabasa, porfirita diabásica..... 53
ARTÍCULO IV.—*Grupo del Noroeste*..... 58
Enumeración de las manchas: mancha hispano-portuguesa, apéndices y manchas inmediatas á la principal; manchas de Lugo, del Gistral, de la Ría del Barquero, del Ferrol y del Eume; asomo de Pedrouzos; manchas de Viana del Bollo y de la Puebla de Trives, de la sierra Segundeira y anexas; manchas de Asturias; manchitas leonesas..... 59

Páginas.

Composición: granitos común, porfiroide, fino granudo, rosáceo, estratiforme, muy cuarzoso y sienítico; pegmatita; pórfidos cuarcíferos; eurita granulítica; sienito; dioritas; diabasas; eufótida; serpentinas..... 68

ARTÍCULO V.—*Grupo central*..... 79

Enumeración de las manchas: manchas del Duero, del Guadarrama, del Tajo, de Camuñas y Pozo de la Serna (Valdepeñas)..... 79

Composición: granito común, piedra tostada, granitos gneísico, concéntrico, porfiroide y de grano fino, microgranito, granulita, leptinita, eurita, pegmatita, greissen, hialoturmalinita, pórfidos cuarzosos, feldespáticos y anfibólicos, sienito, dioritas, diabasas, porfiritas diabásicas, kersantita, microdiorita, anfibolita, eclogita. 94

ARTÍCULO VI.—*Grupo bético-extremeño*..... 107

Enumeración de las manchas: manchas de Cuesta Araya y otras pequeñas inmediatas á la anterior; de Portalegre é inmediatas; de Merida y anexas; de la Serena y Los Pedroches, anexas de la anterior; del Castillo de las Guardas é inmediatas; de Olivenza, de Valencia del Ventoso é inmediatas; de Santa Olalla; manchitas de Llerena del Pedroso é inmediatas; manchas de Villaviciosa é inmediatas..... 108

Composición: granitos común, rojo, fajeado, muy cuarzoso, porfiroide y fino-granudo, micro-granito, leptinita, eurita, pegmatita, pórfido cuarcífero, argilofiro, pórfido feldespático, sienito, diorita, epidiorita, kersantita, porfiritas anfibólicas, diabasas, porfiritas, diabásicas, gabro, eufótidas, picritas, melafiros, anfibolita, serpentinas..... 116

ARTÍCULO VII.—*Grupo penibético*..... 135

Enumeración de las manchas: manchitas y diques de las Chapas de Marbella; mancha serpentínica de Ojén; manchas serpentínicas de Carratraca; otras manchitas intermedias á las anteriores; asomos de Granada y Almería..... 136

Composición: granito, granulitas, pegmatita, diorita, anfibolita, diabasa, noritas, lherzolitas, dunitas y serpentinas..... 139

ARTÍCULO VIII.—*Isleos pequeños diseminados en varias provincias*: León, Santander, Palencia, Burgos, Guadalajara, Zaragoza, Teruel y Menorca..... 146

ARTÍCULO IX.—*Minerales*..... 152

Cuarzo, topacios de Hinojosa, calcedonia, cal fosfatada..... 152

Minerales de plomo: criaderos de Linares, otros criaderos de galena, carbonato de plomo, anglesita, fosfato de plomo, cloro-fosfato y cloro-arseniato, wulfenita..... 157

Minerales de cobre: criaderos de Linares, pirita de cobre, cobre gris, carbonatos de cobre, linarita, crisocola..... 170

Casiterita..... 173

Otros minerales: cal carbonatada, espato fluor, wolfram, tantalita, baritina, piritas de hierro, oligisto, hematites, siderosa, pirolu-

Páginas.

sita, níquel arsenical, blenda, rutilo, bismuto nativo, greenockita, uranita, antimonio sulfurado, ocre de antimonio argentífero, jamesonita, plata nativa, plata roja, plata antimonial, oro nativo, molibdeno sulfurado, esmeril, andalucita, disteno, granate, berilo, picrita, leucófano, epidota, cordierita, iberita, ortosa, albita y oligoclasa, caolín, halloisita, arcillas, agalmatolita, esteatita, anfibol, tremolita, cocolita, asbesto, amianto, mica, turmalina, espinela cromífera, grafito..... 174
Aguas minero-medicinales..... 182

CAPÍTULO II

Rocas hipogénicas modernas.

ARTÍCULO PRIMERO.—*Generalidades*..... 187
Composición: ofitas, origen de las ofitas, edad de las diabasas y ofitas, kersantitas cuarcíferas, basaltos, limburgita, traquita, liparita, dacitas, andesitas..... 188
ARTÍCULO II.—*Región cántabro-pirenáica*..... 207
Pontevedra: basalto nefelínico de Las Cruces y Lázaro..... 207
Asturias: kersantitas cuarcíferas de Salave, Pola de Allande, Selviella ó Infiesto..... 209
León. Palencia: dioritas de Carracedo..... 212
Santander: ofitas de San Vicente de la Barquera, Pando, Fombellida, El Llano, Cayón, Carriedo, Liérganes, Solares y Laredo... 213
Vizcaya: ofitas de Orduña, Bilbao y Portugalete, grupos ofíticos de Guernica, Marquina y Elorrio, traquita de Axpe..... 219
Guipúzcoa: grupos ofíticos occidental y oriental..... 224
Alava: ofitas de Salinillas, Peñacerrada y Maestu; grupo ofítico de Salinas de Añana, ofita de Vitoriano..... 227
Navarra: ofitas..... 229
Huesca: traquita de Aguas Tuertas, porfirita de la Anayet, diorita de Cotiella, epidotita de San Mamés, ofitas de Gistaín, Paules de Castanesa, Clamosa, del Noguera y del centro; grupo de Benabarre..... 234
Lérida: ofitas de Gerri y Tahús, Guardia, Santa Liña y Cubells... 238
ARTÍCULO III.—*Región central*..... 240
Burgos..... 240
Logroño: ofitas de las Conchas de Haro, Valgañón, Zurza y Grávalos..... 241
Soria: ofitas de Ólvega, Cueva de Ágreda y Beratón..... 243
Zaragoza: ofitas del Moncayo, limburgita de Nuévalos..... 245
Teruel: ofitas y liparita de Griegos..... 247
Cuenca: diabasas y ofitas, basaltos..... 250

Páginas.

Ciudad-Real: basaltos, lavas de Arzollar, basaltos de Puertollano y otros isleos. 250
ARTÍCULO IV.—*Región mediterránea*..... 256
Gerona: ofita de San Juan de las Abadesas, diabasas, basaltos de Olot. 256
Barcelona: basaltos..... 263
Tarragona: diabasas y ofitas..... 263
Baleares: melafiros, basalto y andesitas de Mallorca, ofitas y andesitas de Ibiza..... 265
Castellón: ofitas de Cirat, Alcudia, Villahermosa y Segorbe, basaltos y tobas de las islas Columbretas..... 271
Valencia y Alicante: ofitas y diabasas..... 275
Murcia: basaltos, traquitas y andesitas. 276
ARTÍCULO V.—*Región meridional*. 281
Almería: isleos de la parte septentrional; formación hipogénica de la sierra de Gata; liparitas, toba liparítica, traquitas, brechas y conglomerados traquíticos, dacitas, andesitas; edad de estas rocas; verita de Cuevas de Vera; andesita augítica de Vicar; manchitas volcánicas de las Herrerías; isla de Alborán..... 282
Granada: diabasas de Montillana, ofitas de Montefrío. 301
Jaén: ofitas y diabasas..... 302
Córdoba: ofitas y diabasas de Priego..... 304
Málaga: grupo de Antequera, ofitas de Campillos. dioritas de Mijas y Marbella..... 305
Sevilla: ofitas de Morón y de San Juan, basalto de Guillena, dioritas y anfibolitas de Peñaflor..... 308
Cádiz: ofitas..... 312
ARTÍCULO VI.—*Minerales*..... 315
Criaderos de plomo: sierra de Cartagena, criaderos de Mazarrón y del cabo de Gata, carbonatos de plomo, plomo molibdatado. ... 315
Otros minerales: cuarzo, baritina, espato calizo, apatita, alunita, pirita de hierro, oligisto, hematites, hierro cromatado, titanita, pirolusita, níquel, blenda, calamina, sulfuro de antimonio, cinabrio, pirita de cobre, plata nativa, oro, granate almandino, wernerita, cordierita, anortita, caolín, aerinita, anfibol, wacka, termantida, picotita..... 322
Aguas minerales..... 329

CAPÍTULO III

Estrato-cristalino.

ARTÍCULO PRIMERO.—*Generalidades*..... 331
Petrología: granito gneísico, granulitas y otras rocas feldespáticas, gneis, gneis granitoideo, porfiroide, amigdaloide, micáceo, co-

Páginas.

mún, piroxénico, sericitífero y de fibrolita, haleflinta, micacitas, micacitas feldespáticas, granatíferas y chiastolíticas, maclinas, talquitas, pizarras cloríticas, filitas, anfibolitas, pizarras piroxénicas, eclogitas, cuarcitas, calizas..... 332
Descomposición de las rocas..... 345
Espesor..... 346
Estratigrafía..... 346
ARTÍCULO II.—*Región pirenáica*..... 349
Enumeración de las manchas..... 349
Petrología: gneis, micacitas, talquitas, filitas, cuarcitas, pizarras cuarzosas, calizas..... 351
Estratigrafía..... 353
ARTÍCULO III.—*Región del Noroeste*..... 353
Enumeración de las manchas: manchas de Vigo, Pontevedra, Lalín, Santiago y Noya, otras manchas de la Coruña, manchas de Lugo y del Sil, otras manchas de Orense, manchas de Viana del Bollo..... 354
Petrología: gneis granitoideo, micáceo y anfibólico, otras variedades de gneis, micacitas, micacitas turmalinífera y chiastolítica, anfibolitas, pizarras cloríticas, serpentina, doelo de Moeche, eclogitas, cuarcitas, caliza..... 360
Estratigrafía..... 377
ARTÍCULO IV.—*Región central*..... 384
Enumeración de las manchas: manchas de Zamora, Vitigudino, Ledesma, Martínez, del Barco y anexas de la sierra de Gredos, manchas toledanas, de Cebreros y Mingorría, manchitas inmediatas á Avila, mancha principal carpetana, otras manchas de las provincias de Segovia y Madrid, manchas de Hiendelaencina..... 384
Petrología: granito gneísico, granulita, gneis granitoideo, amigdaloide, porfiroide, granatífero, micáceo, con andalucita, con sillimanita, anfibólico, piroxénico y turmalinífero, micacitas, talquitas, anfibolitas, pizarras piroxénicas y granatíferas, eclogitas, cuarcitas, calizas..... 394
Estratigrafía..... 405
ARTÍCULO V.—*Región bético-extremeña*..... 411
Enumeración de las manchas: mancha de Azuaga, otras manchas de Badajoz, manchas de Aracena y de Almadén de la Plata, otras manchas de Sevilla..... 412
Petrología: granulitas, pegmatitas, leptinitas, haleflinta, gneis común, anfibólico, piroxénico, micacitas, talquitas, pizarras cloríticas, filitas, anfibolitas, pizarras piroxénicas, granatita, eclogita del Pedroso, calizas..... 416
Estratigrafía..... 431
ARTÍCULO VI.—*Región penibética*..... 443
Enumeración de las manchas: manchas de la Serranía de Ronda, Sierra Tejera y Almijara, mancha de Sierra Nevada, otras man-

Páginas.

chas de Granada y Almería, mancha de Almagrera y Aguilas, manchas de Cartagena..... 443
Petrología: granito gneísico, gneis amigdaloideo ó noduloso, micáceo con cordierita y con andalucita, micacitas, talquitas y pizarras cloríticas, pizarras chiastolíticas y arcillosas, pizarras anfibólicas y piroxénicas, eclogita, calizas y dolomías, cuarcitas... 448
Estratigrafía..... 470
ARTÍCULO VII.—*Minerales*..... 489
Minerales de plata: criaderos de Hiendelaencina y Cartagena, otros yacimientos de minerales de plata..... 489
Minerales plumbo-argentíferos: criaderos de sierra Almagrera y de la de Cartagena, otros criaderos plomizos..... 505
Minerales de cobre: criaderos cupro-argentíferos de Sierra Nevada, otros criaderos cobrizos..... 533
Minerales de hierro: criaderos de Cartagena y Mazarrón, de Morata y de Almería; otros yacimientos de hierro..... 537
Otros minerales: cuarzo, baritina, anhidrita, apatita, espato fluor, mispickel, blenda, calamina, pirolusita, cobalto arseniatado, cinabrio, casiterita, antimonio sulfurado, ácido de antimonio, rutilo, wolfram, oro, distena, cianita, andalucita, estaurótida, caolín, granate, berilo, clorita, esteatita, anfibol, piroxena, enstatita, asbesto, humita, mica, turmalina, grafito, tierra carbonosa.. 544
Aguas minerales..... 554

554.6 .S74m C.1
... Explicacion del mapa geolo
Stanford University Libraries
3 6105 032 264 074